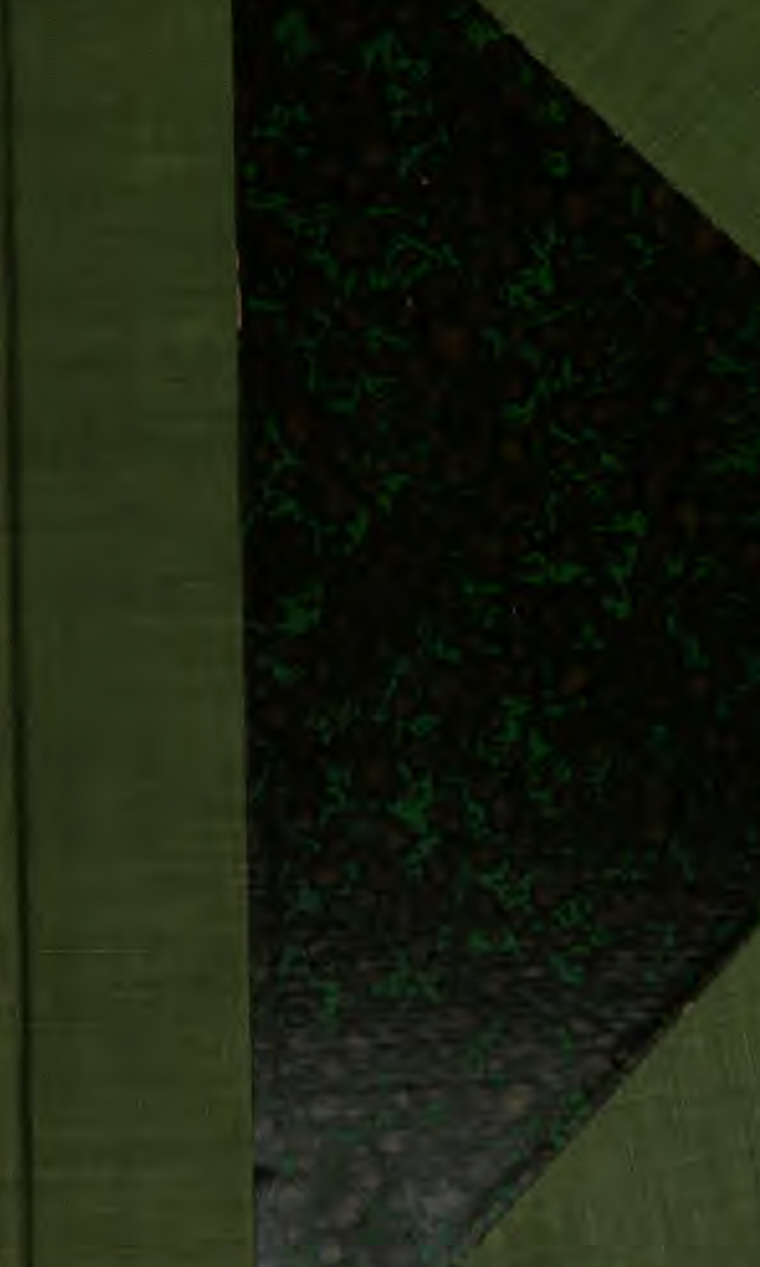




BIBLIOTHÈQUE DES CHEMINS DE FER

LES

MALADIES

DES POMMES DE TERRE, DES BETTERAVES DES BLÉS ET DES VIGNES

de 1845 à 1853

avec l'indication
des meilleurs moyens à employer pour les combattre

PAR A. PAYEN

Membre de l'Institut (Académie des sciences)
secrétaire perpétuel de la Société impériale d'Agriculture
président de la Société d'Horticulture

PARIS

LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET Cie
RUE PIERRE-SARRAZIN, N° 14

1853

PRIX : 2 FR. 50 CENT.

BIBLIOTHÈQUE
DES CHEMINS DE FER

CINQUIÈME SÉRIE

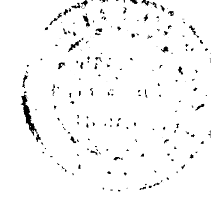
AGRICULTURE ET INDUSTRIE

Imprimerie de Ch. Lahure (ancienne maison Crapelet)
rue de Vaugirard, 9, près de l'Odéon

LES
MALADIES
DES POMMES DE TERRE, DES BETTERAVES
DES BLÉS ET DES VIGNES
de 1845 à 1853

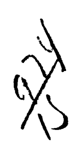
avec l'indication
des meilleurs moyens à employer pour les combattre

PAR A. PAYEN
Membre de l'Institut (Académie des sciences)
secrétaire perpétuel de la Société impériale d'Agriculture
président de la Société d'Horticulture



PARIS
LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET C[ie]
RUE PIERRE-SARRAZIN, N° 14

1853



PRÉFACE.

Le but principal que je me suis proposé d'atteindre en rédigeant ces notices, a été de présenter au public un grand nombre de faits bien constatés, sur les affections qui frappent quelques-unes de nos plus importantes récoltes.

Si j'ai cru devoir reproduire les explications théoriques généralement admises sur les causes accessibles à nos investigations, c'est que seules elles s'accordent avec tous les faits positifs recueillis en France et à l'étranger; c'est aussi que seules elles ont conduit à indiquer les circonstances favorables ou contraires au développement de ces maladies végétales, et par suite aux moyens d'amoindrir leurs funestes effets.

Toutefois il m'a paru convenable d'insister particulièrement sur les procédés pratiques les plus propres à combattre le mal relativement à chacune des espèces végétales menacées ou atteintes, et pour l'une d'elles sur les procédés d'une efficacité reconnue qui permettent de tirer parti des récoltes.

Afin d'offrir de plus sûres garanties d'exactitude dans les descriptions et dans les déductions pratiques des faits, j'ai eu recours à l'intervention bienveillante

de M. le docteur Montagne, membre de l'Académie des sciences et de la Société impériale et centrale d'agriculture, et de M. Vilmorin, membre de la même Société; je saisis avec empressement cette occasion d'offrir à mes deux honorables collègues l'expression de ma reconnaissance.

En ce qui touche la maladie de la vigne, j'ai puisé dans le remarquable rapport de M. Louis Leclerc, ainsi que dans les communications faites aux Sociétés impériales et centrales d'agriculture et d'horticulture un grand nombre de faits bien observés.

MALADIE

DES POMMES DE TERRE

MALADIE

DES

POMMES DE TERRE

I.

Historique de la maladie.

Parmi les phénomènes naturels qui de temps à autre frappent quelques espèces végétales et semblent menacer certaines cultures d'une destruction prochaine, il en est peu qui aient préoccupé l'opinion publique plus vivement, et à plus juste titre, que l'altération spéciale désignée sous le nom de *maladie des pommes de terre*.

C'est que bien rarement on a vu une altération de ce genre revêtir des formes épidémiques aussi prononcées, manifester sa persistance par des retours périodiques aussi répétés, prendre enfin dans des contrées agricoles tout entières les proportions d'un véritable désastre.

Si quelque incertitude règne encore sur la cause première de l'invasion générale de cette affection

toute spéciale, qui remonte à l'année 1845, du moins ses caractères sont-ils parfaitement définis : on sait quels effets on doit en attendre dans des conditions données; on connaît plusieurs moyens simples de limiter, parfois même de prévenir ses ravages, et en tout cas d'utiliser, souvent en grande partie ou presque en totalité, la récolte des tubercules attaqués. La science n'est donc pas restée impuissante en présence du fléau, bien qu'elle n'ait pu le conjurer ni l'anéantir.

Nous exposerons brièvement l'historique de la maladie, sa nature très-probable, ses caractères, les circonstances qui hâtent son développement et favorisent sa propagation, les procédés qui entravent sa marche, les moyens d'utiliser les récoltes plus ou moins envahies, les méthodes culturales qui paraissent offrir le plus de chances pour faire cesser le fléau, enfin les précautions qu'on doit prendre, à tout événement, pour assurer l'avenir de nos subsistances.

En 1842, M. Martius communiquait à l'Académie des sciences[1] la description d'une maladie désignée sous le nom de *gangrène sèche des pommes de terre*. Cette affection particulière occasionnait des pertes considérables en Allemagne depuis 1830; elle offrait de grandes analogies avec celle qui nous

1. *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, pour 1842, 2e partie, p. 314.

occupe et qui exerce, sur de plus vastes étendues de terres, de plus grands ravages. Nous indiquerons ces analogies en exposant les faits qui signalent les causes de la maladie que nous étudions et de plusieurs autres affections de la pomme de terre.

L'altération la plus grave, et qui est aujourd'hui la plus générale, se manifesta d'abord avec une certaine intensité, en 1843, aux États-Unis d'Amérique, au Canada, et s'y reproduisit en 1844 [1].

Cette sorte d'épidémie parvint en Europe l'année suivante, et y prit rapidement une grande intensité : depuis le 20 juillet jusqu'au mois d'octobre, elle fut signalée successivement en Allemagne, en Belgique, en Hollande, en France, en Angleterre et en Irlande. De la Westphalie elle s'est propagée dans le Mecklembourg, le Hanovre, le Danemark et la Russie.

Introduite en France par le nord, s'avançant graduellement vers le centre, elle atteignit, dès la première année (1845) nos départements méri-

1. Dès 1843, aussi, un savant professeur de botanique, d'agriculture et d'économie forestière, M. Ch. Morren, avait observé, en Belgique, la maladie actuelle; il lui donna le nom de *gangrène humide*, et exposa ses principaux caractères et les moyens de la combattre, dans une leçon publique, à l'Université de Liége. M. Ch. Morren publia, en août 1845, une excellente notice sur la cause de l'épidémie, et de nouveaux détails sur les mesures à prendre pour arrêter ses progrès.

dionaux; tous les ans, depuis lors, elle compromit plus ou moins gravement nos récoltes, qu'elle frappa même en quelques localités d'une destruction à peu près complète.

Nulle part, on doit le dire, la maladie des pommes de terre n'eut d'aussi graves conséquences qu'en Irlande. Dans cette malheureuse contrée, les circonstances naturelles d'un climat humide et doux et les habitudes invétérées d'une culture défectueuse semblèrent se réunir pour hâter les développements du mal et accabler par la famine toute une population bientôt deux fois décimée, soit par une mortalité effrayante, soit par l'émigration qui permit aux habitants les plus robustes de fuir cette terre désolée [1].

Ces événements déplorables portent avec eux un enseignement que nous ferons ressortir en parlant des conditions favorables à la propagation de la maladie et des moyens d'arrêter sa marche ou d'atténuer ses effets.

Dès le 20 août 1845, M. Élisée Lefebvre apportait à la Société centrale d'agriculture des tubercules atteints dans les cultures de Brunoy : l'altération gagnait donc déjà les environs de Paris; elle

1. L'empressement des Irlandais à quitter un sol qui ne pouvait plus les nourrir fut fatal à un grand nombre d'entre eux : en se serrant en foule sur les navires, les émigrants y firent naître des affections typhoïdes rapidement mortelles, qu'on a désignées sous le nom de *fièvre des vaisseaux* (*ship fever*).

fut dès lors soumise à une étude approfondie au sein de la Société centrale.

Ses progrès rapides éveillèrent bientôt la sollicitude du gouvernement, et le 10 septembre M. le ministre de l'agriculture et du commerce consultait la Société sur cette question, qui lui paraissait intéresser à un haut degré l'agriculture et l'hygiène publique; il appelait principalement son attention sur les caractères et la marche de la maladie, sur ses causes probables, sur les moyens les plus efficaces pour s'opposer au développement du fléau, pour conserver ou utiliser les produits, enfin pour empêcher que la maladie reparût, si l'on pensait qu'elle fût de nature à se transmettre.

La réponse ne se fit pas attendre : une commission spéciale présentait dans la séance suivante, le 22 septembre, son rapport. La question y était étudiée avec tant de soin, tellement approfondie, que tous les faits consignés dans une enquête ouverte par la Société centrale d'agriculture sur toute la surface de la France en 1845 et 1846, et depuis, l'expérience de chaque année, si largement acquise actuellement, sont venus justifier les conclusions de cette commission spéciale en les complétant, et vérifier ses prévisions.

De son côté, le Congrès central des agriculteurs de France avait adressé, en 1846, une série

de questions aux comices sur les faits relatifs à la maladie des pommes de terre.

En rapprochant les documents obtenus par la Société d'agriculture et par le Congrès dans les trois enquêtes, l'habile agronome, M. Lefour, rapporteur du Congrès central, reconnut que tous ces documents conduisaient aux mêmes conclusions[1].

En 1848, 49 et 50, on observa des phénomènes semblables durant la saison habituelle qui convient au développement du parasite.

Il y a deux ans (1851), le mal s'est, comme les années précédentes, inégalement réparti : tantôt il a épargné des champs qu'il avait envahis en 1850, tantôt il a sévi sur les terrains qu'il avait épargnés jusque-là : un exemple remarquable de ce dernier fait a été observé dans les environs de Perpignan, sur les plateaux du Mont-Louis, de la Cerdagne et du Capsir, où l'altération n'avait pas encore paru. Les deux tiers au moins de la récolte ont été perdus sur ces plateaux, sur ceux de Saint-Laurent de Cerdans, de Prats de Mollo, sur la montagne de Céret et dans les plaines du Roussillon. Tous les renseignements qui nous

1. Voir les comptes rendus de ce congrès, pour 1846. Le 3 novembre 1847, M. Élisée Lefebvre reconnut des indices certains de la même maladie sur des tubercules de batates. J'avais eu l'occasion de les observer en 1846 sur des betteraves chez M. Crespel-Delisse d'Arras, et avec M. Kuhlmann aux environs de Lille.

parviennent sur l'année dernière même (1852), s'accordent à montrer l'épidémie diminuant dans le nord comme aux environs de Paris, où les cultures hâtives, plus étendues, y échappent en très-grande partie. L'intensité de la maladie se soutient ou se développe surtout dans les départements suivants : Côtes-du-Nord, Seine-Inférieure, Manche, Marne, Moselle, Meurthe, Allier, Ardennes, Vosges, Bas-Rhin, Haut-Rhin, Vienne, Haute-Vienne, Ain, Isère, Loire, Loire-Inférieure, Saône-et-Loire, Côte-d'Or, Charente, Sarthe, Gironde.

Sauf des modifications légères, qui dépendent sans doute de circonstances atmosphériques plus ou moins favorables et de l'état des cultures plus ou moins tardives, toutes les observations nouvelles s'accordent avec les résultats précédemment constatés.

Dans les données précises que nous allons exposer, nous réunirons aux observations premières les principaux faits recueillis jusqu'à ce jour.

II.

Conditions principales, époques et modes d'invasion.

La maladie des pommes de terre se déclare en général dans les mois de juillet, août, septembre et octobre; cependant les plus grandes surfaces se sont généralement trouvées atteintes, en France,

depuis le 15 août jusqu'à la fin de septembre de chaque année; on n'en a observé que des cas isolés en juin, et à peine un ou deux seulement durant le mois de mai.

La température douce et humide est toujours la condition qui provoque le plus le développement et favorise le plus les progrès de la maladie; aucune nature de sol n'a été exempte de ses atteintes : toutefois les terrains en pente ou bien égouttés y sont presque toujours moins assujettis; d'ailleurs elle y sévit, en général, moins fortement.

Les fumures trop abondantes, surtout appliquées directement, ont souvent coïncidé avec le maximum d'intensité du fléau.

Souvent aussi les tubercules le moins enterrés ont été plus vite et plus fortement atteints.

Aucune variété de pommes de terre ne s'est trouvée complétement à l'abri du mal; cependant une ou deux ont en grande partie résisté à l'invasion, lors même que leurs tiges avaient été frappées : on continue en Belgique et en France les essais sur ces variétés nouvelles. On peut assurer d'ailleurs que très-généralement les pommes de terre hâtives, notamment la Saint-Jean et la Marjolin, ont échappé à la maladie, surtout lorsqu'on a pu les récolter avant l'époque ordinaire de la plus forte invasion. C'est même là ce qui explique l'immunité des variétés hâtives : elles échappent tout naturellement à

l'épidémie, parce que leur végétation est terminée et que les produits sont enlevés avant que la cause extérieure se répande sur les champs.

La marche de la maladie ne varie guère : ordinairement, vers le temps où la maturité s'approche et affaiblit déjà la plante, l'affection spéciale frappe les feuilles, puis elle passe dans les tiges aériennes pour s'introduire par les tiges souterraines dans les tubercules; ces derniers sont eux-mêmes graduellement envahis : d'abord dans la portion attenant à la tige caulinaire; puis l'altération s'avance, en suivant les vaisseaux, vers les yeux ou bourgeons.

Un exemple assez remarquable de cette pénétration graduelle peut facilement s'observer dans les variétés dites *coureuses*, offrant deux ou trois tubercules disposés en chapelets à la suite les uns des autres : presque toujours on voit, en effet, comme l'indique la fig. 7, pl. I, le premier tubercule (A), le plus près de la tige aérienne, envahi partiellement ou en totalité au moment de l'arrachage, tandis que le deuxième (B) est encore exempt des traces de l'altération.

Des signes extérieurs faciles à saisir annoncent l'envahissement partiel ou total d'une culture : les feuilles se fanent, présentent une teinte pâle, puis jaunâtre; des moisissures légères, visibles à la loupe, apparaissent à la face inférieure; des taches brunes se montrent sur les feuilles; les tiges alors

jaunies, bientôt tachetées de brun, s'affaissent sur le sol. Parfois, du jour au lendemain, cette série de phénomènes s'est manifestée : un quart, un tiers, la moitié de la superficie du champ montre ces signes d'une altération profonde, presque subite, tandis que les touffes exemptes des atteintes du mal restent debout, et conservent souvent les caractères d'une végétation luxuriante qu'on remarquait la veille sur la surface entière du champ.

Alors, si l'on se hâte d'arracher quelques tubercules, on n'y peut ordinairement découvrir encore les traces de l'altération que nous allons décrire : elle ne s'y est pas généralement propagée, du moins tant que les taches brunes ne se sont point montrées le long de la tige. On pourrait même quelquefois les en préserver, comme nous le dirons plus bas.

III.

Signes caractéristiques de la maladie dans les tubercules.

On distingue très-facilement les signes de la maladie en coupant en deux, à partir de la tige souterraine, un des tubercules atteints. On aperçoit sur la coupe des petites taches nombreuses, rousses, plus ou moins foncées, disposées en séries ou lignes, suivant les vaisseaux qui se dirigent vers les yeux ou bourgeons ; ces taches, qui s'étendent irrégulièrement autour des vaisseaux sur leur trajet,

forment des sortes de marbrures rousses sur le fond blanchâtre ou jaunâtre de la pomme de terre, et envahissent d'abord la partie corticale ou zone la plus abondante en fécule : les fig. 5 et 6 de la pl. I montrent cette propagation.

Si l'on coupe une tranche très-mince d'un tubercule ainsi attaqué, puis qu'on l'oppose à la lumière, on remarque, tout autour des taches brunes (*dd*, fig. 1, pl. I), une zone plus transparente que dans les parties saines; c'est qu'en ces endroits la fécule a déjà été attaquée et partiellement dissoute. On n'en voit plus que quelques grains sous le microscope, tandis qu'au delà de cette zone corticale (*ff*) les grains de fécule remplissent toutes les cellules.

On caractérisera bien mieux encore cette sorte de maladie en faisant cuire à l'eau ou dans la vapeur les tubercules atteints. Au bout d'une ou de deux heures, selon le volume des pommes de terre, lorsque la cuisson sera complète, toute la portion non attaquée par la matière rousse s'écrasera facilement entre les doigts, tandis que les parties atteintes, ou colorées en brun roux formant les marbrures, résisteront à la pression et resteront sous forme de grumeaux solides.

On pourra même séparer ces parties dures à l'aide d'eau chaude et d'un tamisage qui laissera passer toute la pulpe blanchâtre et saine, délayée ; les por-

tions affectées de la maladie, et formant des agglomérations brunes consistantes, resteront sur le tamis.

Lorsque la marbrure est à peine sensible, on parvient à la faire se prononcer en quelques jours en enfermant les tubercules dans un vase que l'on maintient à une température douce (de 20 à 25°) à l'aide d'un peu d'eau mise au fond du vase pour entretenir l'humidité. Dans ces conditions prolongées durant un espace de huit à quinze jours, le mal peut même se transmettre à un tubercule sain en contact avec un tubercule envahi.

A ces caractères bien suffisants pour reconnaître l'affection spéciale, on pourrait ajouter la détermination, plus difficile, de la composition chimique, qui prouve une notable diminution de fécule dans les portions envahies; on pourrait, en s'aidant du microscope, observer sur des tranches très-minces (comme le montre la fig. 1, pl. I) la substance rousse brune pénétrant les tissus, enveloppant quelques grains de fécule dans chaque cellule envahie, dissolvant au delà ou désagrégeant d'autres grains de fécule.

On rend sous le microscope ces effets plus sensibles en ajoutant une goutte ou deux de solution aqueuse d'iode : alors on voit, comme l'indique la fig. 3, toute la partie encore saine du tubercule se colorer en bleu indigo foncé, caractère des parties abondantes en fécule intacte, tandis que la

zone où la fécule est attaquée et dissoute autour de la substance rousse, reste incolore ou n'offre qu'une très-légère teinte bleuâtre.

J'ai observé un deuxième mode de pénétration directe sous le sol de l'organisme roux dans les tubercules des pommes de terre; c'est sans doute une émanation des mêmes champignons, elle est du moins douée de la même coloration et de la forme granuleuse; elle attaque de la même manière la fécule, et donne également aux tissus qu'elle envahit la propriété de durcir à la cuisson, tandis que les parties saines environnantes deviennent farineuses: la fig. 4, pl. I, montre cette pénétration, sous forme cylindroïde, de l'organisme parasite. Sous cette forme il n'envahit que des points (*b*) isolés de la périphérie, et ne pénètre que de cinq à dix millimètres dans la masse du tubercule.

IV.

Cause de la maladie des pommes de terre.

Quatre opinions se sont manifestées sur la cause de cette maladie: les uns l'ont attribuée aux intempéries extraordinaires de l'année 1845, notamment à des gelées tardives; mais cette hypothèse fut abandonnée lorsque l'on eut constaté le développement continuel de l'affection, malgré les divers changements de temps et les intempéries

les plus variées, durant les années suivantes et sous des climats très-différents.

Une opinion plus persistante attribuait le mal à une dégénérescence de la plante; mais on a dû renoncer encore à cette hypothèse en présence des faits nombreux montrant les mêmes variétés aussi vigoureuses et tout aussi productives que jamais dans tous les champs intacts ou dans les parties d'un même champ épargnées par le fléau; en voyant la même variété, frappée une année, reprendre toute sa vigueur et toutes ses qualités l'année suivante, dans la même localité; en constatant enfin dans la grande collection de la Société centrale, cultivée par M. Vilmorin, l'invasion du mal à peu près indistinctement sur les différentes variétés, même sur celles que l'on avait fait venir de graines ou par tubercules directement du Pérou. Il a donc fallu abandonner cette supposition gratuite de la dégénérescence de la plante; du moins aujourd'hui presque tous les agronomes et les horticulteurs ont-ils rejeté cette explication. On se rappelait d'ailleurs que, même dans les contrées où la pomme de terre croît spontanément, elle est sujette à des altérations analogues. M. d'Orbigny croit même avoir observé, dans l'Amérique méridionale, une maladie des pommes de terre toute semblable à celle qui sévit en Europe. Les habitants des Andes et des

Cordillères la connaissent de temps immémorial sous le nom de *casaqui*.

Il y a peu de chose à dire de la supposition qui attribuait à divers insectes l'altération spéciale : les plus habiles entomologistes ont reconnu que ces attaques étaient consécutives à la maladie proprement dite.

M. Guérin Menneville a même fait une observation curieuse sur l'apparition, dans les tubercules envahis, d'insectes fongicoles, qui devaient, en effet, naturellement arriver après le développement des champignons.

L'opinion qui prévaut maintenant, d'accord avec tous les faits, reconnaît dans la maladie spéciale les effets d'agents extérieurs irrégulièrement transportés, disséminés par l'air atmosphérique, altérant profondément les plantes atteintes, laissant parfaitement saines avec toutes leurs qualités anciennes les pommes de terre intactes.

Si l'on admet très-généralement que la cause est extérieure, il reste chez quelques personnes des doutes relativement à la détermination précise de cette cause.

Cependant une seule théorie, celle qui fut d'abord admise par de très-savants observateurs[1], et que j'ai cru devoir soutenir avec la plupart de

1. MM. Morren, de Liége, Montagne, en France, Lindley et Berkeley, à Londres.

mes collègues des Sociétés centrales d'agriculture et d'horticulture, peut rendre compte de tous les faits, de toutes les prévisions justifiées par les faits, et indiquer diverses mesures efficaces; elle s'accorde d'ailleurs avec les plus délicates analyses chimiques, et se fonde, en outre, sur de nombreuses analogies : les personnes qui l'ont combattue n'ont pu jusqu'ici rien mettre à sa place, rien prévoir, rien conseiller d'utile et de motivé.

Cette explication la voici :

La maladie des pommes de terre est occasionnée par une végétation parasite, sorte de moisissure légère, dont les semences, spores ou sporules, d'une excessive ténuité, flottant dans l'air en nombre immense, à certaines époques, sont transportées par les vents à toutes les distances.

Disséminées irrégulièrement ainsi sur les champs en culture, elles se développent chaque année durant la même saison, au fur et à mesure que les circonstances atmosphériques deviennent favorables dans chaque localité, et que la plante s'affaiblit naturellement vers l'époque de sa maturité.

Aussi a-t-on remarqué souvent que l'affection spéciale se trouve limitée par certains obstacles, tels qu'une haie, un mur, susceptibles de modifier les courants d'air, encore bien que toutes les conditions de culture, de terrain et de variété de la plante fussent égales d'ailleurs.

On a vu la maladie se manifester tout à coup sur de grandes cultures au moment où une petite pluie ou un fort brouillard venaient ajouter à la température tiède de l'été la condition d'une certaine humidité indispensable pour activer sur les feuilles des pommes de terre le développement de la végétation parasite dont les myriades de semences étaient jusque-là demeurées inertes.

Le développement presque subit se manifeste aussitôt par la production de la moisissure qui attaque les feuilles et se montre dans leurs stomates (voy. les fig. 1, 2, 3, pl. II, et la légende, à la fin du livre).

Cette moisissure, sorte de champignon microscopique, a été observée dans ces circonstances, décrite et figurée par MM. Montagne, Morren, Berkeley, Lindley, etc. Ces savants l'ont classée parmi les botrytis, genre qui compte d'autres parasites capables d'attaquer plusieurs plantes en pleine végétation, et même certains insectes très-vivants, notamment la chenille dite *ver à soie*.

Sa fructification ou sa *graine* se reproduit rapidement en quantité prodigieuse; l'air en mouvement entraîne de nouveau ces légers corpuscules comme les plus fines poussières.

Chacune de ces minimes semences, invisible à l'œil nu, se montre sous les très-forts grossissements du microscope (fig. 4, 5, pl. II), formée d'une

enveloppe ovale remplie de nombreux granules qui constituent sans doute leur partie active.

On retrouve des granules semblables dans les tubercules envahis, et l'on a pu en conclure qu'ils étaient une émanation des champignons eux-mêmes. On était véritablement en droit d'admettre que les choses se passent ainsi; car MM. Berkeley, Morren, Montagne et plusieurs autres savants observateurs ont vu, comme je l'ai observé moi-même, le botrytis se reproduire avant toute autre moisissure, soit sur une coupe de l'intérieur des pommes de terre envahies, soit à l'extérieur des tubercules: j'ai pu constater la même végétation exclusivement développée dans une cavité close d'un fruit de tomate où avait pénétré la même substance organique rousse granuleuse parasite, qui tapissait et encroûtait les parois de la cavité dont elle avait absorbé les sucs.

Mais, lors même qu'on voudrait ne voir dans la présence constante du botrytis qu'une coïncidence très-remarquable, et supposer une autre origine aux granulations qui pénètrent dans les tubercules, consomment la substance féculente, s'assimilent des matières albuminoïdes, grasses, salines, dans les proportions qui conviennent aux champignons, ces granules pourraient avoir pour origine une cryptogame parasite, telle, par exemple, que celles qui attaquent le sucre ou qui se dévelop-

pent sur le riz[1]. En tout cas, la théorie générale serait la même; elle conduirait à des conclusions semblables sur les mesures à prendre contre le fléau, sur les procédés efficaces à employer pour la conservation des tubercules envahis, de leur pulpe et de certaines préparations alimentaires qu'on en obtient.

On serait encore conduit aux mêmes conclusions si l'on admettait, avec quelques savants, que le principal effet des attaques du champignon sur les feuilles fût d'introduire dans la circulation de la séve descendante une sorte de levain qui irait déterminer ultérieurement la fermentation et la putréfaction des tubercules.

Cependant, il ne faut pas s'y tromper, ***les premiers résultats directs de la pénétration de la substance granuleuse rousse dans les tubercules sont tout contraires à l'hypothèse d'une putréfaction.*** Car la putréfaction, bien connue, désagrége les cellules, et laisse intacts quelque temps les grains de fécule; elle rend faciles à délayer dans l'eau bouillante les parties qu'elle a atteintes. Au contraire, la pénétration de la substance granuleuse relie plus fortement entre elles les cellules en-

1. Dans ces dernières, qui sont prodigieusement petites (*palmella prodigiosa*, Montagne), chaque individu est uniquement composé d'un granule dont le diamètre n'atteint pas un sept centième de millimètre (environ 0m,0000015).

vahies, dissout, absorbe et décompose les grains de fécule ; elle rend les parties du tissu qu'elle a atteintes et enveloppées beaucoup plus résistantes à l'action de l'eau bouillante, même prolongée durant trois heures.

Bien plus, si l'on abandonne à la putréfaction spontanée dans l'eau entretenue à 20° environ, durant un espace de douze à quinze jours, des tranches d'une pomme de terre envahie, ce sont toujours les parties saines que la fermentation putride désagrége et décompose les premières, tandis que les portions reliées par la substance organique rousse résistent encore.

Si donc, ce qui est constant, la substance qui pénètre les tissus et les colore en brun roux, dissout et *consomme* la fécule, si cette substance, dis-je, occasionne la putréfaction, c'est surtout comme le ferait un corps étranger altérant les conditions vitales du tubercule. C'est un effet analogue à celui que produiraient, par exemple, de nombreux fragments de bois enfoncés dans une pomme de terre qu'on laisserait ensuite dans un sol humide. C'est, en outre, que, sous l'influence de la substance parasite, la dissolution de la fécule, l'altération de l'albumine, l'absorption de la matière grasse et l'introduction de l'air font naître des ferments qui provoquent à leur tour plusieurs altérations profondes.

V.

Plantes attaquées par la même maladie.

Durant la saison où l'affection spéciale sévit le plus fortement sur les pommes de terre, elle étend son action délétère sur quelques autres plantes, et l'on reconnaît son identité aux caractères indiqués ci-dessus, notamment à l'induration que produit la cuisson dans l'eau sur les tissus envahis; essai facile qui distingue nettement cette sorte d'agrégation de l'effet contraire que produirait la pourriture.

Un assez grand nombre de fruits des tomates[1] (plante de la famille des solanées comme la pomme de terre) ont été envahis par le même mal chaque année, et d'une manière assez générale l'année dernière encore; mais on comprend que, relativement à un produit de ce genre, la valeur totale perdue ait été de peu d'importance. Les *baies* ou fruits de la pomme de terre sont souvent aussi atteints de l'affection qui frappe les feuilles, les tiges et les tubercules.

C'est encore la même affection qui attaque depuis plusieurs années les cultures de batates dans le midi de la France.

1. Ainsi que cela fut constaté, dans des localités différentes, par MM. Magendie, Sageret, Montagne, comme par moi-même en plusieurs circonstances, depuis 1846 jusqu'à ce jour.

M. de Gasparin, en signalant ce fâcheux événement à la Société centrale d'agriculture, au moment même où il venait de constater la possibilité d'obtenir jusqu'à soixante mille kilogrammes de ces racines alimentaires par hectare, annonçait que l'intensité du mal était telle, dans de grandes cultures, qu'il ne laissait plus l'espérance que l'on avait conçue d'abord, de subvenir en partie au déficit sur les pommes de terre par les récoltes de la batate douce.

Les betteraves, comme nous l'expliquerons plus loin, ont, dans quelques localités restreintes, notamment en 1847, ressenti les attaques du même mal; nous verrons également qu'elles subissent ailleurs, depuis deux ans, une autre influence plus grave.

VI.

Autres maladies de la pomme de terre dues à des végétations parasites.

M. Martius, dans sa communication du 16 août 1842 à l'Académie des sciences sur la *gangrène sèche* occasionnée en Allemagne par un petit champignon parasite (*fusisporium solani*), comparait les ravages de cette mucédinée à ceux de l'ergot des grains et de la rhizoctone, appelée *mort du safran*; l'auteur rappelait quelques autres maladies analogues, telles que la *frisole* et la *rouille*; il en

indiquait une quatrième, appelée *gale*, observée dans les terrains calcaires de la Thuringe, dans la Bavière et en Autriche, ayant des rapports avec le développement d'un très-petit champignon d'une structure très-simple du genre *protomyces*, et affectant surtout les tissus sous l'épiderme.

M. Desvaux, d'Angers, a observé une atrophie particulière survenue à des pommes de terre d'un semis de graines du Pérou, altération due au mycelium d'un champignon qui attaque les racines très-vivantes et arrête le développement des tubercules.

Une autre sorte de végétation cryptogamique, pénétrant sous le sol dans les tubercules, a été successivement observée par MM. Élisée Lefebvre, Payen, Brongniart et Montagne (voy. fig. 14, pl. I); la pomme de terre est attaquée sur divers points de son épiderme, où l'on peut voir de petites taches étoilées, par des champignons filamenteux, dont le volumineux mycelium s'introduit sous forme de cylindre creux formé d'innombrables filaments, et se prolonge en ramifications également cylindroïdes tubuleuses. La fig. 15 montre, grossis à la loupe, la pellicule épidermique (A) que le champignon a perforée d'un trou circulaire, le tissu sous-jacent (B), ou le tubercule mis à nu, dans le tissu duquel on aperçoit les ramifications des masses fongueuses. La fig. 16 montre plus distinctement, par un grossisse-

ment plus fort, les mêmes ramifications. On les voit encore dans la coupe d'un tubercule (fig. 17), pénétrant au travers de la zone verticale plus riche en fécule et qu'ils envahissent d'abord.

Les filaments qui constituent ces masses cylindriques sont dessinés sous un très-fort grossissement (fig. 18, 19, 20 et 21); on remarque (fig. 22) l'indication de l'effet qu'ils produisent sur les grains de fécule en y creusant des sillons qui, graduellement, désagrégent la substance amylacée.

VII.

Pommes de terre attaquées par la rhizoctone des luzernes et du safran.

La végétation parasite bien connue des botanistes et des agriculteurs, qui souvent envahit les champs de luzerne, de safran et de sainfoin, et que l'on a désignée sous les noms de *mort du safran*, rhizoctone (*rhizoctonia violacea*, Tul.), peut aussi, en certaines circonstances, attaquer les pommes de terre en pleine végétation.

M. le docteur Robouam ayant reçu de la commune des Chartrelles, auprès de Melun, quelques tubercules affectés d'une maladie particulière, les soumit à l'examen de M. Montagne, qui bientôt reconnut le parasite ci-dessus désigné, et décrivit, dans un mémoire à la Société de biologie, les effets suivants de cette végétation cryptogamique.

« Le parasite entoure chaque pomme de terre de ses nombreux filaments roux violacés, qui forment à la surface des tubercules une sorte de réseau à mailles inégales qu'on pourrait prendre pour des gerçures si l'on n'y regardait d'assez près, et qui, par degrés, finit par recouvrir toute la surface ; la couche externe, envahie par les filaments anastomosés, devient brune ; le tissu utriculaire sous-jacent qui contient la fécule est peu à peu désagrégé et tombe en lambeaux dans un putrilage où serpentent de nombreuses anguillules visibles sous le microscope, tandis que la fécule reste longtemps intacte.

« Les altérations présentent ici, comme on le voit, une marche différente de ce qui se passe dans la maladie la plus générale ; car, dans ce dernier cas, c'est le tissu qui persiste, encroûté et pénétré par la substance organique rousse, tandis que la fécule diminue et disparaît dans une zone progressive autour des portions envahies, ainsi que MM. Rayer, Montagne et moi nous l'avons constaté en 1845, et chacune des années suivantes jusqu'à ce jour.

« M. Robouam, depuis ses premières observations, a su que le champ où l'on a planté les pommes de terre envahies cette année par la rhizoctone avait été retourné l'année précédente, parce que la luzerne y était infestée du parasite en question ; dès lors on comprit que la présence, assez rare dans les

champs de pommes de terre, de la végétation parasite venait de la culture qui avait précédé. »

Ce n'en est pas moins un exemple de plus des ravages qu'exercent diverses végétations cryptogamiques sur les tubercules de la pomme de terre.

VIII.

Maladies analogues à celles des pommes de terre.

Les analogies remarquables que nous allons rappeler brièvement feront mieux comprendre la théorie que nous avons exposée et le peu de fondement des objections qu'on lui oppose. L'*ergot*, la *rouille*, le *charbon*, la *carie* des blés sont autant d'affections particulières dues à des végétations cryptogamiques restées longtemps douteuses, mais parfaitement déterminées aujourd'hui. Quant à la plus grave, la carie, nous verrons que si on détruit la cause, ce qui est facile, l'effet cesse. On ne peut donc dire qu'il y ait là, non plus, une dégénérescence de la plante.

Attaquée par l'oïdium, la vigne est dans le même cas : laissée en proie au parasite, elle peut perdre rapidement ses feuilles et ses fruits, on voit même ses rameaux et ses tiges dépérir ; cependant quelques aspersions superficielles de soufre ou de sulfures alcalins, faites à temps, la débarrassent de son mal ; elle peut donner alors d'abondants pro-

duits : donc elle n'était pas dégénérée. D'autres faits positifs prouvent encore que depuis plusieurs années les conditions atmosphériques ont favorisé le développement de diverses végétations qui attaquent les plantes les mieux portantes, et même le pain comme le sucre solide.

Nous citerons, à cet égard, quelques extraits des notices fort intéressantes du rév. Berkeley sur des altérations de ce genre en Angleterre[1] :

« Il n'y a guère, dit l'auteur, de végétaux qui n'aient leurs parasites pouvant vivre et mourir inaperçus, pendant des années, jusqu'à ce que la saison favorise leur développement au point de les montrer tellement abondants ou nuisibles qu'ils apparaissent aux yeux les moins clairvoyants.

« La saison dernière a été fertile en rouilles de diverses sortes : toutes les feuilles de ronce en sont couvertes, l'aspect blanchi des champs de fèves a frappé tout le monde; pas une rame de pois n'est exempte d'érysiphe; rien n'a été plus fatal, dans le Northamptonshire, que la rouille blanche (*uredo candida*) sur les crucifères. Cet uredo étendit ses ravages sur plusieurs autres familles. On l'a rencontré parmi des plantes appartenant aux composées, euphorbiacées, portulacées, malpighia-

1. Voy. une notice communiquée à la Société nationale et centrale d'agriculture par M. le docteur Montagne, 1849, p. 764 du Bulletin.

cées, chénopodées, convolvulacées, caryophyllées, capparidées, amarantacées, etc. Sa distribution géographique est très-vaste : il se retrouve dans l'hémisphère boréal, s'étend jusqu'à la Caroline du sud, et se montre aux îles Malouines, dans l'hémisphère opposé, sur l'*arabis macloviana*. Il est fréquemment accompagné du *botrytis parasitica* tout aussi pernicieux que le *botrytis infestans*, parasite des pommes de terre.

« L'*Uredo candida* du chou avait occasionné, au mois de juin, une maladie si intense, que les fleurs en étaient entièrement déformées dans toutes leurs parties. La masse des spores perce l'épiderme pour se montrer au dehors, et les spores se montrent à l'intérieur des carpelles, comme nous avions alors observé, M. Montagne et moi, le *botrytis infestans* à l'intérieur des fruits de tomates.

« Les champs les mieux cultivés et les plus favorables à la végétation des oignons en Angleterre, ceux de Sandy dans le Bedfordshire, ont été envahis et profondément altérés par une mucédinée qui attaque les feuilles dès les premiers temps de leur développement. Le champignon parasite est très-analogue au *botrytis infestans*, mais il est d'un gris pâle rougeâtre au lieu d'être blanc comme celui-ci. Des feuilles il s'étend aux racines, et bientôt attaque le bulbe, qui perd de sa cohésion et périt sous l'action du champignon. »

Dans l'été de 1843, une dissémination extraordinaire des semences ou sporules, invisibles dans l'air, d'un tout petit champignon, coïncidant avec une température élevée, développa rapidement sur les pains de munition une végétation parasite rouge orangée qui, détruisant la fécule amylacée, changeait toute la mie en une masse fongueuse : y avait-il eu préalablement à l'invasion une altération dans la qualité alimentaire du pain? non sans doute; l'expérience attentive l'a bien prouvé, et d'ailleurs, en modifiant les conditions de durée, de température et d'humidité, on est parvenu à faire cesser la végétation et le mal qu'elle produisait [1].

Les fig. 7 à 15 de la pl. II indiquent les formes et la coloration de cette singulière végétation (voy. la légende, à la fin du livre).

En 1845, 1847 et 1852, une sorte de maladie attaquant les sucres blancs raffinés en pains [2] fut étu-

1. Voy. *Annales de chimie*, 1843, et dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, le mémoire de MM. de Mirbel et Payen.

2. M. Bergsma, par une lettre du 1er novembre 1852, me fit connaître une altération du sucre observée en Hollande, également occasionnée par un champignon qui produisait de nombreuses taches noires sur les pains de sucre, et qui causa un préjudice considérable aux raffineurs d'Amsterdam pendant cinq ans.

MM. Van Dijk et Van Beck, chargés de rechercher les causes du mal et les moyens d'y remédier, ont constaté la présence d'un champignon microscopique et l'action de la chaux qui anéantit la vitalité des spores de ce champignon. Les lavages économiques, à l'eau de chaux, auxquels on soumit les formes, vases et divers ustensiles, ont fait disparaître le mal.

diée par MM. de Mirbel et Payen, puis par MM. Payen et Montagne ; il demeura clairement établi que le mal était dû à un très-petit champignon dont les sporules microscopiques sont rosâtres. Cette sorte de parasite végétal (*glycyphila*, M.), capable de consommer le sucre comme d'autres consomment la fécule, tapisse les parois des petites cavités qu'il creuse dans le sucre ; son développement est accompagné par la formation de pellicules membraniformes, granuleuses, azotées.

On peut admettre que si, au lieu d'un produit blanc, cristallisé, attaqué à sa superficie, laissant découvrir directement la cause ou l'agent de l'altération, il se fût agi d'une plante atteinte dans ses tissus très-complexes par un véritable parasite, très-difficile à reconnaître même sous de très-forts grossissements du microscope, il eût été beaucoup plus commode de dire que le mal était dû à la dégénérescence de la plante attaquée.

Sans doute, il convient de prévenir l'affaiblissement des plantes par tous les moyens que conseillent les bonnes théories et les pratiques agricoles ; on les rendra ainsi plus aptes à résister aux diverses causes d'altération, et jusqu'à un certain point aux cryptogames parasites. Mais il y a bien d'autres précautions plus promptement utiles, comme nous allons le voir, et qu'on aurait très-grand tort de négliger.

Une question intéressante encore a longtemps été débattue ; nous devons en dire un mot.

Ces maladies endémiques qui sévissent sur les pommes de terre, les batates, les vignes, sont-elles, a-t-on dit, de récente origine ? menacent-elles notre existence par le développement continuel des parasites qui les occasionnent ?

Ou bien, si elles ne sont pas absolument nouvelles, comment se fait-il qu'elles exercent, depuis quelques années seulement, des ravages jusqu'alors inconnus ?

La réponse à ces questions nous semble facile ; la voici :

Tout porte à croire qu'il n'y a rien de nouveau dans le fait même de ces maladies ni de leurs causes, que seulement *leur étendue actuelle est extraordinaire* : on pourrait expliquer cet événement inattendu par les circonstances, exceptionnelles aussi, d'une température douce et humide pendant une série non interrompue d'années ; or, ce sont là, précisément, les conditions favorables à la production abondante des spores ou semences des différentes espèces de champignons parasites.

D'un autre côté, aucun hiver rude n'a régné sur la plus grande partie de l'Europe depuis 1844, tandis qu'une température basse, suffisamment prolongée, eût été nécessaire pour modérer le dévelop-

pement de ces végétations, nuisibles surtout par leur excès.

De telles circonstances ne peuvent indéfiniment durer; on doit donc espérer que des hivers plus rudes précédant des saisons estivales moins humides, ou d'autres causes imprévues, ralentiront beaucoup les progrès de ces maladies.

En attendant, il sera sage d'employer tous les moyens dont nous pouvons disposer pour limiter, à tout événement, l'étendue du mal, et pour hâter sa disparition : Aide-toi, dit le proverbe, le ciel t'aidera.

IX.

Moyens de combattre la maladie.

Nature du sol. — On devra planter de préférence en pommes de terre les sols perméables, profonds, peu humides, les terrains en pente, ou du moins bien égouttés, ou encore ceux que l'on aurait assainis par le drainage.

Variétés. — Les pommes de terre hâtives ou précoces offriront, toutes choses égales d'ailleurs, les plus grandes chances d'éviter la maladie; les variétés de la Saint-Jean, Marjolin, etc., devront être choisies dans ce but. A la vérité elles produisent, en temps ordinaire, de vingt-cinq à trente-trois pour cent de moins, à surface égale, que les tardives. Cette dif-

férence peut être largement compensée si l'on évite ainsi la maladie, qui souvent occasionne une déperdition de trente-trois à soixante pour cent, et même davantage.

Préparation du plant.—Les pommes de terre destinées à la plantation doivent être choisies bien mûres, saines, et il convient de les exposer, après l'arrachage, pendant quelques jours, à l'air sec et à la lumière[1].

Les tubercules de moyenne grosseur plantés entiers réussissent mieux que coupés en deux ou en quatre morceaux; un chaulage de ce plant, préparé comme pour le chaulage des grains (voy. page 112), a souvent donné de bons résultats en France, en Angletérre et en Belgique, comparativement avec les cultures sans chaulage.

Engrais.—Les fumures ordinaires, appliquées directement sur cette culture, ont très-souvent paru prédisposer à la maladie ; il vaut donc mieux répandre le fumier sur la culture précédente. A défaut de terre ainsi disposée, on emploiera un des bons engrais pulvérulents, tels que les chiffons de laine pulvérisés, le noir animal, le sang sec, la poudrette, le guano, ou encore la terre imprégnée

1. M. L. Vilmorin a conseillé cette excellente pratique qui, faisant verdir sensiblement les tubercules et maintenant les bourgeons courts, augmente la vitalité, et prépare à la fois une bonne conservation et une végétation régulière.

d'urine et d'excrément, dite *litière terreuse*. Il sera souvent utile d'y joindre, surtout pour les sols peu calcaires, des cendres de bois, des résidus des fours à chaux, de la charrée (marcs des lessives de cendres). Un chaulage général de la superficie du sol, particulièrement sur les terres argilo-sableuses, concourt à soutenir l'énergie de la plante, et ralentit le développement des moisissures parasites; le fumier ordinaire sera employé sur une culture suivante.

Culture. — L'ameublissement du sol par les labours, les hersages et les sarclages en temps utile, les binages, le buttage, en un mot, tous les soins de culture propres à donner plus de vigueur à la plante et d'activité soutenue à sa végétation, concourront à mieux faire résister les pommes de terre aux attaques de la maladie.

Dans les moyennes et petites cultures surtout, on peut facilement introduire, entre les lignes de pommes de terre, des plantes telles que des fèves, des haricots, du maïs et des choux. On a ainsi plus de chances d'échapper au fléau, soit que ces plantes opposent un obstacle à la dissémination des sporules dans le champ, soit par la raison toute simple que la perte même d'une portion des rangées de pommes de terre, laissant plus d'espace et de lumière aux autres plantes, augmenterait leur produit et offrirait, du moins, une compensation partielle. Des faits nombreux recueillis par les en-

quêtes ont démontré que dans ces cultures mixtes les pommes de terre sont généralement épargnées ou très-peu atteintes par la maladie.

Plantation automnale. — Les pommes de terre précoces plantées à l'automne ont généralement donné des récoltes très-hâtives, et exemptes de l'altération spéciale.

En adoptant cette méthode, proposée d'abord par M. Leroy Mabille, on devra d'ailleurs observer les prescriptions ci-dessus, relatives à la préparation des tubercules, à la culture et aux engrais. Le sol étant bien préparé par deux labours profonds, la plantation aura lieu du 10 octobre au 10 novembre; les pommes de terre seront plantées en rangs espacés de soixante-six à quatre-vingt-dix centimètres, et à la distance de trente-trois à trente-six centimètres les unes des autres dans chaque rangée; enfin, elles seront mises en terre à une profondeur d'environ trente centimètres, pour éviter les atteintes de la gelée.

Toutes les façons, y compris le buttage, seront ainsi rendues plus faciles.

La plantation automnale a réussi depuis quelques années dans les conditions d'une température assez douce et d'une humidité non excessive.

Mais dans des saisons moins douces on aurait à redouter, ce qui est parfois arrivé déjà, qu'une trop forte gelée atteignît les tubercules, ou que,

placés trop profondément en terre, l'excès d'humidité ou le défaut d'aération du sol les fit pourrir.

Une méthode indiquée depuis cinq ans et mise en pratique avec succès par M. Savart, cultivateur habile, permet d'éviter l'un et l'autre accident, et peut faire produire en une seule année deux récoltes saines sur le même terrain.

Le procédé est simple, facile et conforme aux données que nous avons exposées plus haut. M. Savart choisit une des variétés les plus hâtives, la Marjolin; après avoir étendu le plant à l'air et à la lumière pour le faire partiellement verdir, il effectue la plantation dans un terrain bien ameubli, et donne avec soin les façons ordinaires (ésherbage, binages, sarclage, buttage, etc.). La récolte a lieu en mai, c'est-à-dire avant l'époque de l'invasion annuelle de l'affection spéciale.

Au commencement du même mois, on prépare, comme la première fois, les tubercules de semence que l'on a mis en réserve; lorsqu'ils ont verdi, et que des bourgeons courts s'y sont développés, le terrain étant d'ailleurs disposé convenablement, on procède à la plantation; les façons se donnent de même que la première fois, et la récolte a lieu en octobre. Elle échappe comme la première plantation à la maladie, et on le comprend sans peine, puisque l'époque habituelle de l'invasion périodique

se trouve passée au moment où la maturité de la plante approche[1].

Il serait à désirer que l'on essayât dans différentes contrées l'application de cette méthode, qui s'est montrée si productive dans une culture du département de la Seine.

Arrachage des fanes. — Quelle que soit la méthode de culture adoptée, automnale, hâtive ou tardive, on devra surveiller la végétation, surtout aux approches de la maturité : si l'on apercevait les signes certains de l'envahissement des feuilles et des fanes (voy. p. 11), il faudrait se hâter de séparer des tubercules toute la partie aérienne de la plante. Le meilleur moyen consiste à maintenir solidement les tubercules en mettant les deux pieds de chaque côté de la touffe, puis à empoigner celle-ci des deux mains et à l'arracher en totalité. Dans le cas où l'on ne pourrait exécuter assez vite cette opération, la main-d'œuvre faisant défaut, on y suppléera en coupant les fanes au ras de la terre à l'aide d'une faux ou de faucilles.

1. M. Savart obtint, en 1849, une médaille de la Société d'horticulture de Paris et centrale de France pour cette méthode, qui depuis lors a eu le même succès chaque année.

L'inventeur est même parvenu à planter en deuxième culture le produit de la première récolte : il lui a suffi d'attendre pour la deuxième plantation que les tubercules, exposés à la lumière dès le moment de l'arrachage, se fussent colorés en vert et garnis de courts bourgeons.

Ceux des tubercules restés en terre qui ne seront pas attaqués ne se développeront plus, mais acquerront un complément de maturité par l'augmentation de la quantité de fécule.

En tous cas, on devra brûler sur place les fanes, dès qu'elles seront suffisamment sèches, et répandre leurs cendres sur le sol; ce sera une précaution doublement utile, car elle rendra au terrain des substances minérales indispensables à sa fécondité, et détruira en très-grande partie les propagules de la maladie.

L'expérience de chaque année a pleinement justifié cette excellente pratique, et maintenant les cultivateurs éclairés y ont généralement recours.

Assolement. — Une des causes les plus générales de l'affaiblissement des récoltes de toute nature tient à ce que l'on cultive trop souvent la même plante sur le même terrain : on comprend les mauvais effets qui résultent de cette pratique vicieuse, si l'on se rappelle qu'une plante, tirant ses aliments du sol dans les proportions qui lui conviennent, l'épuise de certaines substances qui bientôt lui feront défaut, tandis que d'autres plantes eussent été moins exigeantes à cet égard, et qu'en variant les cultures, on eût permis à l'équilibre de se rétablir par les fumures et les amendements.

D'ailleurs un sol continuellement ou fréquemment emblavé avec la même semence attire et accu-

mule sur cette végétation presque exclusive tous ses ennemis naturels, c'est-à-dire les insectes et les végétaux parasites qu'elle peut nourrir à ses dépens.

Le cas particulier qui nous occupe rentre dans la règle générale : il conseille, comme une foule d'autres exemples bien constatés, de varier les cultures, et, dans les circonstances particulières où nous sommes, d'étendre le plus possible l'intervalle de temps après lequel la pomme de terre reviendra sur le même terrain.

Récolte. — Au moment de l'arrachage, et lors même que l'on n'aurait pas aperçu les signes extérieurs de l'altération (qui auraient pu se manifester dans les derniers temps de la végétation), on devra examiner soigneusement un assez grand nombre de tubercules en les coupant en deux, afin de s'assurer (par les signes indiqués p. 12 à 15) si la maladie n'a pas commencé à s'y introduire.

Si toutes les pommes de terre paraissent saines, on pourra les conserver avec les soins ordinaires; cependant, tout le temps que l'affection spéciale régnera, il sera prudent de garder les récoltes dans des celliers, des caves ou des silos ouverts, où l'on puisse de temps à autre les visiter et réitérer l'essai, plutôt que de les mettre dans des silos creusés dans le sol et couverts de terre.

Ce dernier moyen, qui était le meilleur en temps ordinaire, lorsque la maladie ne sévissait pas, s'est

trouvé le plus mauvais depuis 1845 : constamment, en effet, la maladie, à peine perceptible avant l'ensilotage, a fait des progrès rapides sous l'influence de l'humidité du silo et de la chaleur occasionnée par l'action même de l'organisme parasite qui consomme la fécule.

On comprend que dans un silo fermé la chaleur retenue hâte les progrès du mal qui se transmet aux tubercules sains, et amène promptement aussi la fermentation consécutive, capable de transformer bientôt la masse des pommes de terre en une sorte de putrilage.

Si l'on a reconnu l'existence de la maladie dans une partie du champ, il faudra mettre de côté tous les tubercules qui proviendront de cette partie, les étendre dans des magasins secs ou même sur le sol, pour éviter toute accumulation qui retiendrait la chaleur et favoriserait la propagation de la maladie.

On devra, en tous cas, se hâter le plus possible d'utiliser, par les différents moyens ci-après décrits, les parties de la récolte envahies ou douteuses.

X.

Emploi des pommes de terre attaquées.

Au moment de la récolte, surtout si l'on a arraché ou coupé les fanes à mesure que la maladie les frappait, il est rare que les tubercules soient

profondément envahis ; on peut alors sans inconvénient les employer pour la nourriture des hommes, d'autant plus qu'après la cuisson il est facile de séparer les portions affectées, qui restent dures (Voy. p. 21 et 22). A plus forte raison peut-on les introduire dans les rations alimentaires des animaux.

En tous cas, on doit se hâter de les faire consommer ainsi ou d'en tirer parti d'une des manières suivantes.

Lorsque le mal a pénétré profondément les tubercules, mais avant que la putréfaction consécutive s'en soit emparé, on doit, sans perdre de temps, les donner aux bestiaux, et plus particulièrement aux porcs, en ayant toujours le soin de les mélanger avec des aliments usuels de bonne nature : car, distribués presque exclusivement, ils ont occasionné dans cet état, d'après les premiers essais de M. Rayer, que la pratique a depuis complétement justifiés, un dérangement sensible des fonctions digestives ; introduits pour $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{4}$ seulement dans la ration, et surtout cuits, ils n'ont nulle part présenté le moindre inconvénient.

Emploi dans les féculeries. — Un des moyens les plus expéditifs, et par conséquent les meilleurs, pour tirer parti des pommes de terres atteintes, consiste à les livrer à une féculerie, lorsqu'un établissement de ce genre se trouve assez rapproché des cultures.

On comprend que là, deux cents ou quatre cents

hectolitres de tubercules étant chaque jour triturés à la râpe, on puisse en extraire la fécule avant qu'elle ait été détruite en proportion notable par la substance organique étrangère. Il faut encore se hâter toutefois; car bientôt une partie des grains de fécule creusés ou désagrégés (Voy. les fig. 9 et 10 de la pl. I, représentant deux des grains attaqués et comparativement, fig. 8, un grain intact) deviennent si légers qu'ils ne se déposent plus, et sont entraînés en pure perte avec les eaux de lavage; c'est là ce qui explique la diminution de rendement évaluée, dans les féculeries, de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{2}$ au-dessous de ce qu'on obtient des pommes de terre saines[1].

XI.

Conservation de la pulpe.

On sait qu'après l'extraction de la fécule il reste une sorte de marc lavé, connu sous le nom de *pulpe*; cette pulpe retient la plus grande partie, presque la totalité de la substance organique qui avait envahi les tissus, et cependant, chose remarquable, il est très-facile de la conserver en silos, bien qu'il eût été impossible de conserver ainsi les pommes de terre d'où elle provient.

1. On trouve dans le *Précis de chimie industrielle* de M. Payen la description complète des opérations de la féculerie et des applications diverses des fécules amylacées. B.

L'explication de ce fait est simple et facile, d'après la théorie que nous avons exposée plus haut : effectivement, la pulpe, bien égouttée, puis entassée ou foulée le plus possible dans le silo (sorte de citerne creusée dans le sol ou maçonnée sur ses parois latérales), se trouve à l'abri de l'air, qui est naturellement expulsé par le foulage, et qu'on éloigne même de la superficie en recouvrant la masse de menue paille, puis de terre bien foulée ; or, l'air étant indispensable à l'action de l'organisme parasite, comme au développement des diverses moisissures ou des champignons, on comprend qu'en l'absence de l'air toutes ces végétations cessent.

Il en eût été tout autrement des tubercules, si on les eût enfermés entiers dans le même silo, car le volume considérable d'air interposé entre les pommes de terre, qui ne se touchent que par quelques points, eût suffi largement pour favoriser les progrès du mal et la contagion entre les tubercules, et bientôt toute la masse eût été en proie à la pourriture.

Ce qui prouve encore que les choses se passent ainsi, c'est que la pulpe des pommes de terre attaquées, si on l'abandonne à l'air, se couvre très-rapidement d'abondantes moisissures qui donnent lieu à toutes les autres altérations consécutives.

La pulpe soigneusement foulée dans les silos s'y

conserve durant plus de six mois; on peut donc aisément la distribuer en proportion convenable dans les rations des animaux. Cette circonstance ajoute un grand intérêt au moyen, si efficace d'ailleurs, de tirer parti des pommes de terre attaquées en les livrant sans retard au râpage dans les féculeries. 100 kilogr. ou 1 hect. et demi de pommes de terre ordinaires donnent 17 kilogr. de fécule valant aujourd'hui 7 fr. 48 c. au cours actuel de 44 francs les 100 kilogr., plus 75 kilogr. de pulpe, dont la valeur est de 75 centimes : les prix des pommes de terre et de la fécule ont été doublés, à peu près, chaque année, depuis l'invasion du fléau.

XII.

Altération complète.

Il arrive que des champs entiers sont si rapidement et si fortement frappés, lorsque les conditions de température, d'humidité et de dissémination abondante des propagules se trouvent réunies, que du jour au lendemain les feuilles et les fanes sont flétries et couchées sur le sol; les tubercules profondément envahis perdent la plus grande partie de leur fécule; la putréfaction même commence à s'en emparer avant qu'on puisse les arracher, ou durant l'arrachage. Dans ces circonstances, excep-

tionnelles heureusement, on peut sauver à peine une faible partie de la récolte; encore voit-on la plupart des tubercules sains en apparence se couvrir rapidement de moisissures diverses.

Il ne reste rien autre chose à faire que de chauler énergiquement le sol avant de le livrer à une autre culture, et d'éloigner par l'assolement l'époque où la pomme de terre reviendra sur le même terrain.

XIII.

Conservation des tubercules cuits.

A défaut de féculerie, on peut conserver les tubercules en les faisant cuire à l'eau ou à la vapeur, puis en les foulant couche par couche, avec un pilon ou une bûche, dans des tonneaux défoncés d'un bout; on ajoute un peu d'eau, afin de mieux exclure l'air de tous les interstices, puis on recouvre la superficie avec une couche de glaise délayée en pâte assez molle pour qu'elle s'étende de niveau.

Des vases quelconques en bois, en grès, en maçonnerie, peuvent également servir à renfermer et conserver cette substance alimentaire ainsi disposée, pourvu que l'on ait bien soin d'exclure l'air de toutes les parties de la masse foulée.

Dans beaucoup de fermes où l'on a des chaudiè-

res destinées à la cuisson des légumes et de certains fourrages, l'opération se ferait en général d'une façon assez expéditive pour mettre à l'abri d'altération profonde et réserver à la nourriture des animaux les tubercules atteints par la maladie.

Le même procédé, en y mettant plus de précautions encore, et d'ailleurs en prenant le soin d'enlever l'épiderme après la cuisson, s'applique aisément à la conservation des pommes de terre destinées à la nourriture de l'homme : on se sert dans ce cas de vases en grès de dimensions proportionnées à la consommation d'une journée dans la ferme. On peut ajouter d'avance la quantité de sel utile à l'assaisonnement, et recouvrir la surface des pommes de terre, après les avoir bien foulées, avec une couche de beurre ou de graisse fondue; on étend de nouveau ce beurre ou cette graisse après son refroidissement, afin de boucher toutes les fentes ou fissures, et on recouvre enfin le vase d'une feuille de papier collé, afin d'empêcher ou de ralentir la rancidité du corps gras.

On comprend que l'emploi du corps gras (beurre ou graisse comestible) n'occasionne en définitive aucune augmentation de dépense, car il sert à la préparation de la masse de pommes de terre qu'il recouvre, dès qu'on entame celle-ci pour la consommer.

XIV.

Cultures de remplacement[1].

Dès les premiers temps de l'invasion de la maladie spéciale, la Société impériale et centrale d'agriculture a conseillé de restreindre assez la culture des pommes de terre pour éviter de faire dépendre, dans chaque localité, la subsistance des hommes et des animaux d'une récolte que dès lors la Société centrale jugeait devoir être incertaine.

Ses conseils ont été entendus : l'on a compris qu'en les suivant, et en diminuant l'étendue de la culture menacée, on amoindrirait l'une des causes de la reproduction du mal.

Dès 1845, on vit par les résultats de la grande enquête que les agriculteurs, entrant dans les vues de la Société, se proposaient de remplacer en par-

1. On avait d'abord songé à chercher une plante à racine ou tige tuberculeuse qui pût se substituer avantageusement à la pomme de terre dans la nourriture des hommes.

La Société impériale et centrale d'agriculture a examiné très-attentivement cette question jusque dans ces derniers temps; mais les essais et les recherches sur divers végétaux de ce genre ne permettent encore de concevoir aucun espoir de succès.

On avait particulièrement eu en vue le Psoralea esculenta, l'Ulluco (*Ullucus tuberosus*), l'Apios tuberosa, les Dioscorea Japonica et Dioscorea alata, le Boussingaultia, le Lathyrus tuberosus, la Batate douce (*Convolvulus Batatas*) et l'Oxalis crenata.

tic la culture des pommes de terre, suivant qu'ils appartenaient aux régions du nord, du centre ou du midi de la France, par les céréales : blé, orge, seigle, avoine, maïs, sarrazin; par les racines alimentaires : betteraves, carottes, turneps, topinambours, choux; par les graines légumineuses : haricots, pois, lentilles, fèves, etc.

Une commission composée de MM. Vilmorin, Royer, Boussingault, Moll et Payen, chargée d'étudier la question, arrivait en 1846 aux mêmes conclusions. Son habile rapporteur, M. Vilmorin, signalait au premier rang des cultures dont il était urgent de s'occuper, afin de mieux assurer la récolte des subsistances : 1° les céréales de printemps; 2° les graines alimentaires de la famille des légumineuses; 3° les racines tuberculeuses et les plantes légumières : laissant d'ailleurs à la sollicitude si éclairée des comices agricoles et des sociétés locales le soin de répandre des instructions détaillées relatives aux choix des plantes de remplacement le mieux appropriées dans chaque région agricole.

Ce rapport parut offrir une utilité telle que M. le ministre en fit exécuter un tirage à 10,000 exemplaires, afin de propager dans tous les cantons de la France les indications positives qu'il contenait.

XV.

Danger grave que la maladie des pommes de terre a dévoilé.

Lorsque les agriculteurs et les philanthropes proclamaient à l'envi les bienfaits de la culture des pommes de terre, de cette plante produisant à superficie égale quatre fois plus de matière nutritive que le blé, capable de nous garantir des disettes en augmentant dans une proportion considérable les subsistances, ils ne se doutaient guère non plus que cette fécondité même pourrait, en certaines circonstances, compromettre sérieusement l'existence des populations dont le développement aurait été surexcité par une nourriture aussi économique.

C'est qu'alors on était loin de penser qu'une production qui semblait plus assurée que toutes les autres, devenue la base de l'alimentation générale en certaines contrées, pût manquer tout à coup aux populations qui comptaient sur elle.

Tel fut pourtant, nous l'avons déjà dit, le funeste résultat de la culture trop étendue, presque exclusive, des pommes de terre en Irlande; on ne saurait trop redire les causes de pareils désastres pour signaler à l'attention publique les graves dangers d'une aussi déplorable pratique agricole[1].

1. Ce serait peut-être le plus important chapitre à joindre au

Sans doute, il était impossible de prévoir une calamité pareille, une destruction aussi rapide d'une végétation si florissante, d'une plante jusqu'alors si productive; mais on devait se rappeler que, parmi les conditions indispensables de la fécondité du sol et de la vigueur des plantes, se montre au premier rang la variété des cultures.

Que ce terrible enseignement du moins ne soit pas perdu! Rappelons-nous toujours que, non-seulement l'intérêt bien entendu de la production agricole économique conseille des assolements

Mémoire demandé dans le programme d'un prix fondé par la princesse de Gallitzin pour résoudre la question suivante :

Quels sont les inconvénients de la pomme de terre considérée comme nourriture trop habituelle ou trop exclusive des peuples?

Un prix de mille francs doit être décerné, au nom de la princesse de Gallitzin, par la Société d'encouragement, à l'auteur du meilleur Mémoire sur cette question. Voir le programme distribué au siége de la Société, rue Bonaparte, 44.

La Société impériale et centrale d'agriculture (rue de l'Abbaye, 3) a fondé, au nom de M. le ministre de l'intérieur de l'agriculture et du commerce, un prix de trois mille francs à décerner au concurrent qui aura trouvé le moyen d'affranchir la pomme de terre de la maladie qui règne depuis 1845 en France.

Des médailles d'or, d'argent et de bronze seront accordées à ceux qui auraient approché du but.

De semblables médailles sont destinées à ceux qui conserveraient et utiliseraient économiquement les pommes de terre et les betteraves par la dessiccation.

Enfin, la Société impériale et centrale destine en outre des récompenses semblables aux concurrents qui introduiraient en France la culture d'une nouvelle racine alimentaire.

variés, mais encore qu'une nécessité suprême défend, en toute contrée, de faire dépendre les revenus, comme la subsistance, d'une seule culture, quelque productive qu'elle puisse être; que même il faut d'autant plus soigneusement éviter d'affaiblir par des cultures trop répétées l'énergie des plantes alimentaires et la puissance du sol à leur égard, qu'elles promettent davantage et qu'elles peuvent, comme les pommes de terre, laisser un plus grand vide lorsque leur récolte vient à être compromise.

MALADIES

DES BETTERAVES

MALADIES

DES

BETTERAVES

I.

Première maladie observée.

En 1846, 1847 et 1848, MM. Kuhlmann, Crespel Dellisse, de Béhague, ainsi que plusieurs autres propriétaires agriculteurs et manufacturiers du Nord, du Pas-de-Calais et du Loiret, observèrent sur quelques champs de betteraves des signes certains d'une altération profonde irrégulièrement répartie, attaquant d'abord les feuilles aux approches de la maturité des racines.

On vit à cette occasion se reproduire la série des phénomènes qui signalent l'invasion de l'affection spéciale dans les champs de pommes de terre : les feuilles envahies jaunissent, se couvrent de taches brunes et se couchent sur le sol, à mesure que leurs pétioles se colorent en brun; bientôt la matière organique rousse granuleuse, suivant de

haut en bas les faisceaux vasculaires, pénètre dans la betterave, transforme le sucre en glucose (sucre incristallisable), et détruit même ce dernier, comme elle détruit la fécule dans la pomme de terre.

La fig. B, pl. 3, montre une betterave attaquée ainsi : ses grandes feuilles se sont flétries et couchées sur la terre. On voit dans la racine les zones pénétrées par la matière rousse.

On peut extraire des betteraves récemment envahies la plus grande partie du sucre cristallisable, mais, quelques jours plus tard, on n'obtient plus que de la mélasse; aussi renonce-t-on alors à traiter de pareilles racines.

Si l'on soumet à une coction de deux ou trois heures, dans de l'eau bouillante, les betteraves attaquées, on remarque, après cette opération, que toutes les parties pénétrées par la granulation rousse sont devenues plus consistantes, tandis que le reste des tissus s'est amolli, éprouvant les effets ordinaires d'une cuisson prolongée.

La substance organique rousse qui produit les effets du parasitisme donne à l'analyse immédiate et élémentaire la composition trouvée dans la matière semblable qui envahit les tissus de la pomme de terre.

A tous ces traits et à quelques autres, on doit reconnaître une extrême analogie, si ce n'est l'identité complète, entre cette affection et celle des

pommes de terre; ordinairement d'ailleurs les attaques sont simultanées, et la maladie sévit dans les mêmes lieux sur les deux cultures. Fort heureusement les betteraves résistent beaucoup mieux que la pomme de terre aux atteintes du mal; le plus grand nombre y échappent, et chaque année les superficies attaquées ne constituent que des exceptions peu importantes dans l'ensemble des récoltes.

A peine se préoccupe-t-on aujourd'hui d'une maladie aussi restreinte, et l'on peut d'ailleurs, en général, soumettre immédiatement au râpage ou distribuer sans retard aux bestiaux les betteraves ainsi atteintes en petit nombre. Il n'en est pas de même d'une deuxième maladie qui, depuis deux ans surtout, excite à juste titre les vives appréhensions des cultivateurs et des fabricants de sucre. Nous entrerons à l'égard de cette maladie dans quelques développements, et nous donnerons des détails plus précis : nous insisterons en particulier sur les moyens de la combattre.

II.

Maladie principale des betteraves : historique et marche de la maladie.

Vers le mois de septembre, en 1851, plusieurs agriculteurs manufacturiers de l'arrondissement de Valenciennes remarquèrent un aspect maladif par-

ticulier, assez généralement répandu sur les champs de betteraves de plusieurs cantons. Le faible volume des racines annonçait une chétive récolte; plusieurs champs, naguère productifs, offraient une végétation si languissante, qu'à peine la valeur de leurs produits devait-elle balancer les frais de l'arrachage.

A la vérité, la saison pluvieuse avait rendu difficile et incomplète la préparation de la terre restée compacte malgré les labours; les ensemencements s'étaient effectués tardivement, et la végétation n'avait pu se développer dans les conditions ordinaires.

Tout en faisant la part des circonstances défavorables, les habiles cultivateurs de ces localités trouvaient le mal hors de proportion avec ces causes naturelles dont ils avaient, en d'autres temps, éprouvé des effets bien moins désastreux; ils appelèrent sur ce point l'attention des sociétés savantes de Valenciennes et de Paris, et invoquèrent leur concours pour rechercher l'origine du mal, ainsi que les moyens d'atténuer ses funestes effets.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale et la Société impériale et centrale d'agriculture se livrèrent à des investigations nombreuses sur cette grave altération.

Une commission, composée de MM. Dumas,

Payen et Leblanc, alla observer les faits dans les champs de l'arrondissement de Valenciennes, avec le concours de MM. Blanquet, Grar, Gouvion et Pésier; les principaux cultivateurs de l'arrondissement vinrent exposer, dans une séance de la Société d'agriculture de Valenciennes, les faits qu'ils avaient observés, et les soumettre à une discussion intéressante; des recherches attentives et des observations au microscope furent ensuite entreprises dans les laboratoires de la Sorbonne et du Conservatoire des Arts et Métiers.

Les champs de betteraves atteints par la maladie nouvelle se trouvaient principalement compris dans une zone assez étendue, bordée par les territoires envahis eux-mêmes des communes de Saint-Saulve, Valenciennes, Hérin, Denain, Abscon, Escaudin, Anzin et Raisme, formant la plus grande partie de l'arrondissement de Valenciennes.

La maladie sévissait fortement sur les territoires des communes de Valenciennes, Saint-Saulve, Herrin, Abscon, Denain, Escaudin, Anzin et Famars.

Elle fut moins grave dans les terres des communes de Raismes, Beuvrages, Bruai, Fresnes, Marly, Freseau, Saultain, Monchaux, Hauweluy, Verchain et Aulnoy.

Son influence était peu sensible à Condé, Artres, Querenaing et Curgis.

En 1852, la saison fut moins pluvieuse, et toutes

les circonstances atmosphériques avaient été beaucoup plus favorables aux labours ainsi qu'aux semailles, qui s'étaient effectivement opérés en temps utile et très-convenablement; aussi était-on généralement persuadé jusqu'au 15 juillet que la maladie ne reparaîtrait pas cette année.

Conduit dès lors à penser, comme je le dirai plus loin, que les causes principales de l'altération, et les conditions qui l'avaient développée en 1851, n'étaient point limitées à la couche labourable du sol, mais devaient persister encore au delà de cette profondeur, j'engageai MM. Grar, Blanquet, Gouvion et les autres propriétaires des localités où la récolte semblait alors promettre d'être très-belle, à rechercher dans les champs où la maladie avait sévi en 1851 si les caractères extérieurs de quelques pieds malades n'annonceraient pas son retour.

Bientôt, en effet, la nouvelle apparition du mal fut constatée [1]; de nombreux échantillons envoyés par MM. Grar, Blanquet, Gouvion, Baillet, etc., me permirent d'étudier de nouveau son développement. Je profitai de la réunion à Valenciennes du congrès des agriculteurs des sept départements régionaux du nord et de la Société d'agriculture

1. Voyez le *Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'agriculture*, 1852, p. 487 et suivantes.

de Valenciennes, présidé par M. Dumas, pour aller recueillir, du 19 au 22 septembre dernier, les faits soigneusement observés dans ces contrées qui se distinguent par leur agriculture progressive, comme par le zèle remarquable de leurs habiles agronomes manufacturiers. Une discussion approfondie, dans une séance spéciale du congrès, jeta de nouvelles lumières sur les causes probables et les résultats de l'altération désastreuse des betteraves à sucre dans l'arrondissement de Valenciennes. L'ensemble des documents ainsi obtenus, les expériences et les observations faites avec le concours de plusieurs de nos collègues, ont conduit aux résultats qui me restent à faire connaître.

On voit déjà que la marche de la maladie, aux époques correspondantes de 1851 et 1852, fut sensiblement la même ; bien moins grave cette année, elle ne s'est point étendue au delà des limites du terrain primitivement envahi.

III.

Caractères distinctifs.

En 1852 comme en 1851, les betteraves atteintes un ou deux mois avant leur maturité furent reconnaissables aux caractères suivants : les feuilles offrirent d'abord un grand nombre de petites taches jaunâtres qui s'étendirent peu à

peu; sensiblement jaunies alors, ces feuilles étaient injectées d'air et offraient de larges taches irrégulières ou marbrures pâles (voy. fig. F, pl. III); froissées entre les mains ou foulées avec le pied, elles faisaient entendre une sorte de crépitation au moment de leur cassure.

Leurs racines, généralement peu développées, souvent amaigries, paraissaient surtout affectées vers leur partie inférieure; parfois la totalité du pivot était le siége d'une pourriture brune qui s'avançait plus ou moins dans le corps de la racine graduellement désagrégée, et contrastait fortement avec le blanc mat et la consistance ferme de la partie supérieure et de la tête des mêmes betteraves, lorsqu'on venait à les couper en deux longitudinalement.

Lors même que la pourriture n'avait pas envahi les tissus de la portion pivotante ni de la partie renflée des racines, on pouvait, après avoir coupé la betterave en deux, suivre les progrès de l'altération : elle se manifestait par une teinte brune autour des vaisseaux qui conduisent les sucs nourriciers, et surtout de ceux qui, environnant l'axe ou occupant le milieu de la racine, sont le plus anciennement formés et correspondent plus directement avec le bout du pivot ou avec les radicelles qui pénètrent le plus avant dans le sol.

On sait que, dans les terrains à couche très-

épaisse de terre végétale, ces organes radiculaires (dits vulgairement *queues des betteraves*) pénètrent de 0m,40 jusqu'à 1 et parfois même 2 mètres de profondeur.

C'est surtout en coupant en travers (ou perpendiculairement à l'axe) le bout de la partie conique des racines des betteraves, que l'on peut aisément distinguer celles qui sont saines de celles qui sont affectées de la maladie : les premières offrent dans toute la section une coloration d'un blanc plus ou moins mat, tandis que les betteraves atteintes présentent un ton grisâtre plus translucide, et surtout des points ou petits cercles plus foncés, ou sensiblement bruns, dans les parties correspondantes à la racine pivotante ainsi qu'aux petites racines latérales inférieures.

Cette coloration brune se distingue également sur le trajet des vaisseaux; dans une coupe longitudinale, on voit en général ces lignes brunes s'affaiblir ou disparaître à mesure que la coupe remonte de la pointe de la racine vers la tête de la betterave.

Un caractère distinctif, facile à reconnaître, se rencontre encore dans l'axe du pivot ou de la *queue* des betteraves sur lesquelles la maladie est nettement prononcée : en coupant en travers la portion plus ou moins effilée du pivot, on remarque au centre le petit cercle formé par le faisceau vascu-

laire offrant une teinte *rousse briquetée* assez intense.

La coloration rougeâtre se présente sous forme d'une bande longitudinale au milieu (ou dans l'axe) du pivot effilé, lorsqu'on le coupe longitudinalement en deux, en suivant la direction de ce faisceau central.

Cette coloration se prolonge plus ou moins en remontant dans le corps de la racine; on voit (fig. D, pl. III) le petit cercle qu'elle forme au milieu d'une tranche de betterave attaquée; on remarque en outre la couleur brune qui accompagne dans les betteraves les plus altérées tous les faisceaux de vaisseaux séveux disposés en cercles concentriques; mais la teinte brune et surtout la coloration rousse sont plus fortement prononcées et généralement plus distinctes à la partie inférieure ou dans le pivot de la racine.

Déjà l'année dernière j'avais observé et j'ai retrouvé encore la coloration rousse dans la même partie des racines, se propageant entre les cellules et les vaisseaux, et commençant à s'introduire dans les ouvertures de ceux-ci; j'ai pu récemment constater un état plus avancé de la pénétration de cette matière, ainsi que la forme caractéristique qu'elle affecte à l'intérieur des vaisseaux.

En effet, des tranches très-minces obtenues à l'aide d'un bon rasoir, examinées sous le micro-

scope, permettent de constater dans les vaisseaux qui offrent ce caractère les particularités suivantes, qui peuvent avoir leur importance pour la solution complète de cette difficile question.

Les figures K et K′ (pl. III) représentent en coupe longitudinale et en coupe transversale, vues sous le microscope à l'aide d'un grossissement de trois cents fois leur diamètre, les vaisseaux rayés, sorte de tubes percés d'ouvertures elliptiques très-nombreuses; ces vaisseaux, tels qu'ils se présentent dans le faisceau central enveloppés par la substance organique rousse, sont, en divers points, obstrués par cette matière, qui a pénétré par les ouvertures elliptiques et qui semble douée d'une consistance muqueuse : sa coloration rousse orangée, les lignes sinueuses qu'elle a formées en pénétrant dans le conduit, enfin les granules qui l'accompagnent, permettent de la distinguer sous le microscope[1].

On reconnaît mieux encore l'aspect qu'elle produit, en comparant aux deux figures K et K′ des vaisseaux envahis, les deux figures L et L′ représentant les coupes longitudinale et transversale d'un vaisseau normal de betterave saine : ici les

1. Elle résiste à l'action de l'eau, de l'acide sulfurique presque concentré, de l'acide acétique et de l'ammoniaque; la solution aqueuse d'iode fonce sa couleur orangée; la solution de potasse caustique, en gonflant cette matière sans la dissoudre, y occasionne de nombreux plis.

tubes incolores, diaphanes et non obstrués, laissent voir (coupe longitudinale, fig. L) toutes les petites ouvertures elliptiques dont ils sont perforés.

Nous indiquerons plus loin les déductions que l'on peut tirer de cette sorte d'altération, dans l'explication des causes et des effets de la maladie des betteraves.

On se rappellera que tous les caractères distinctifs de l'altération spéciale des racines sont très-prononcés, surtout dans les portions qui se trouvaient le plus avant dans le sol.

Un autre signe caractéristique de la maladie fait présager la funeste influence que nous indiquerons plus loin : il consiste dans l'affaiblissement de la densité du jus que l'on obtient en râpant les betteraves et en soumettant la pulpe à la pression. Tandis que les betteraves saines donnent un jus marquant au densimètre 106°, les betteraves de la même plantation qui ont été atteintes donnent un suc marquant à peine 104° et quelquefois seulement 103°. Le jus présente souvent en outre une alcalinité notable, surtout au moment où il s'épanche des vaisseaux séveux : ces caractères sont faciles à constater à l'aide d'un papier teint légèrement par la couleur du tournesol rougie.

Plusieurs caractères distinctifs non moins évidents peuvent être reconnus en s'aidant du microscope. Lorsqu'on examine sous cet instrument

les très-petites racines (radicelles) qui constituent le *chevelu*, on peut les voir tellement amplifiées (grossies, par exemple, de deux cents à trois cents fois leur diamètre), que les changements survenus dans leur structure, ou les altérations qu'elles ont éprouvées, deviennent aisément perceptibles : les trois figures G, H, I (pl. III), montrent comparativement une radicelle à l'état sain et deux radicelles altérées.

La radicelle saine est, comme on le voit, terminée par un bout arrondi ou ovale à contours nets. Cette portion qui, dans le sol, s'avance continuellement et puise pour nourrir la plante les aliments qui s'infiltrent sans cesse dans son tissu, doit toujours être libre et intacte, afin qu'elle puisse remplir, dans l'état normal, ses importantes fonctions. On remarque, au-dessus de la spongiole, des poils développés autour du corps cylindrique de la radicelle; ces poils, plus ou moins nombreux, et allongés suivant que le sol est plus ou moins humide, sont d'ailleurs libres aussi, comme l'indique le dessin.

Les radicelles des betteraves attaquées offrent des caractères différents : les unes (que l'on voit fig. I, et ce sont souvent celles qui correspondent aux racines le plus profondément engagées dans le sol) sont désagrégées à leur extrémité; la spongiole, cette portion terminale arrondie, dans le

tissu de laquelle la filtration et l'élaboration des liquides aérés devaient s'effectuer, est détruite ; le corps de la radicelle est bruni, désagrégé ; ses canaux ou faisceaux vasculaires restent d'abord ouverts, accessibles aux gaz et aux liquides indistinctement, puis s'obstruent par degrés.

La figure H montre un autre état de certaines radicelles correspondant, en général, aux parties latérales moins enfoncées dans le sol que les précédentes. L'altération ici consiste dans l'incrustation de la spongiole par une matière organique membraniforme, se colorant en jaune orangé brun par l'eau iodée. Cette sorte d'incrustation annonce un trouble dans les fonctions des spongioles ; elle offre certaines analogies avec une matière organique que j'ai remarquée, obstruant les organes respiratoires (stomates) des feuilles maladives ou panachées dont les fonctions ne s'accomplissent pas convenablement.

On observe, en outre, sur les radicelles ainsi altérées, des poils souvent très-rapprochés du bout que termine la spongiole, et présentant cette particularité, qu'au lieu d'être libres comme à l'état normal, ils sont agglutinés en plusieurs points par des lambeaux d'une production organique membraniforme, azotée, irrégulière, semblable à celle qui obstrue ou incruste les spongioles.

Ces caractères particuliers ont été vérifiés sur les

radicelles d'un grand nombre de betteraves malades, soit par moi, soit par M. Montagne, membre de l'Institut, l'un de nos savants micrographes.

Le premier genre d'altérations (p. 69) avait été observé sur quelques radicelles des betteraves malades, en 1851, par M. Decaisne, de l'Institut.

Voici, en les résumant, les principaux caractères distinctifs de la maladie des betteraves :

1° La marbrure des feuilles et l'injection abondante de l'air dans leurs tissus ;

2° Le faible développement ou l'atrophie de tout le corps de la betterave ;

3° La coloration brune ou rousse et l'obturation des vaisseaux, se manifestant surtout vers le pivot ou la partie inférieure et dans l'axe de la racine ;

4° Parfois la pourriture de ces parties inférieures de la betterave ;

5° L'affaiblissement de la densité du jus et la diminution de la quantité de sucre (dans le rapport de 10 à 8 ou 6) ;

6° La désagrégation ou l'encroûtement des spongioles des radicelles et l'agglutination de leurs poils ;

7° L'alcalinité des sucs, particulièrement de ceux qui s'épanchent au dehors des vaisseaux ou conduits séveux, lorsque l'on coupe le bout inférieur ou pivot de la racine.

IV.

Influence de la maladie.

Cette influence a été très-grave en 1851 : elle a contribué pour beaucoup à l'amoindrissement de la récolte ainsi qu'à la diminution de cinq millions de kilogrammes dans les quantités de sucre produites, bien que les surfaces ensemencées en betteraves par les cultivateurs de l'arrondissement de Valenciennes eussent été plus considérables ; si les ensemencements avaient produit, à surface égale, autant que l'année précédente, on aurait obtenu une quantité de sucre qui aurait dépassé de 15 millions de kilogrammes la production de 1850. La perte réelle représente donc une quantité totale de sucre égale à 20 millions de kilogr. Pour une surface égale de terrain, les champs, sous l'influence de l'altération, ont en général produit un tiers ou moitié moins de sucre que dans les années ordinaires.

Les betteraves offraient un tissu plus rude et plus résistant au râpage; elles donnaient une proportion moindre d'un jus moins dense. On a remarqué d'ailleurs que les jus étaient plus difficiles à traiter, parfois alcalins, qu'ils étaient aussi plus altérables, et que les sirops étaient plus sujets à monter en mousse durant l'évaporation et la cuite.

Tous ces faits s'expliquent en admettant les causes que nous indiquerons plus bas.

Sans doute le mal dont nous nous occupons avait commencé à exercer une fâcheuse influence sur les récoltes depuis plusieurs années, sans que l'on eût encore songé à y remédier.

Effectivement, M. Gouvion-Deray, de Denain, a constaté une diminution continue dans les produits de sa culture depuis 1847 : il avait obtenu alors par hectare 62000 kilogr. de betteraves ; cette belle récolte s'abaissa dans chacune des années suivantes, à 50000, puis à 41000 et à 33000, pour tomber en 1851 à 20000 kilogr. sur une même superficie.

La production avait donc suivi une marche continuellement décroissante qui annonçait les effets d'une cause locale. M. Blanquet a depuis indiqué des résultats semblables observés dans ses cultures : en 1848 il avait récolté 49000 kilogr. à l'hectare ; cette production s'abaissa chaque année, et tomba d'abord à 47000 kilogr., puis à 33000 et à 30000 kilogr., pour une égale superficie du même terrain.

V.

Causes probables de la maladie.

A la suite d'un très-remarquable rapport de M. Stiévenart, les intéressantes délibérations du Congrès des agriculteurs du Nord, si élégamment

résumées dans le discours de M. Dumas à la séance publique de la Société d'agriculture de Valenciennes, ont jeté une vive lumière sur cette difficile question. En y joignant les résultats des observations ultérieures que j'ai pu faire sur les échantillons de terres et de betteraves méthodiquement prélevés par les soins de M. Blanquet, je crois pouvoir assigner les causes suivantes à la maladie des betteraves.

Parmi ces causes, la première et la plus grave, qui entraîna plusieurs conséquences fâcheuses devenues elles-mêmes des causes secondaires d'altération, fut sans doute la culture trop souvent réitérée de la betterave sur un sol qui ne le comportait pas, c'est-à-dire sur un terrain qui, pour rester très-productif en ce genre, aurait exigé soit une réparation complète des aliments enlevés par chaque récolte, soit un assolement varié, ramenant la betterave à de longs intervalles dans les mêmes champs.

Il résulte des observations résumées dans le rapport de M. Stiévenart que, plus le sol a porté de betteraves, plus celles-ci sont susceptibles d'être attaquées : en s'écartant du foyer de la maladie, on constate successivement sa marche décroissante ; si de temps à autre on rencontre une localité plus affectée, on reconnaît que la betterave y est cultivée depuis plus longtemps. Dans les contrées presque vierges de cette culture, telles que Cateau-Cambresis, les environs de Saint-

Quentin, le Catelet, la partie sud de Cambrai, il est presque impossible de trouver un pied malade.

La pratique d'une culture trop répétée, imposée souvent par les exigences de la fabrication du sucre, a dû occasionner un appauvrissement du sol dont nous allons essayer d'apprécier la nature et la portée, mais qui seul n'expliquerait pas complétement encore les désastreux effets de la maladie, comme nous le verrons plus loin en achevant cette démonstration.

Chacun admet aujourd'hui que, pour maintenir la fertilité d'une terre continuellement en culture, il faut lui rendre par les engrais et les amendements ce que chacune des récoltes lui enlève ; on sait qu'il convient même souvent de dépasser un peu cette limite, afin d'accroître graduellement la fertilité du fonds et de rendre les cultures plus productives : on parvient ainsi à diminuer l'importance des divers frais comparativement à la valeur des produits bruts obtenus. Tel est le résultat auquel on arrive lorsqu'on fait consommer par les bestiaux les pulpes et les mélasses ajoutées à divers fourrages (paille menue ou hachée, luzerne, foin, fanes, etc.), pourvu qu'on répande sur le sol les fumiers qui en proviennent ainsi que les détritus de feuilles et de racines de betteraves, les écumes, et les autres résidus des sucreries.

Un assolement qui permet de laisser un intervalle

de trois ou quatre années entre deux cultures de betteraves concourt à mieux assurer encore les bons effets de cette pratique éclairée.

Mais lorsque l'on vend toutes les mélasses aux distilleries, et que ces établissements extraient des vinasses les sels de potasse et de soude pour les livrer au commerce, on comprend que le sol perde après chaque récolte de betteraves, la quantité des bases alcalines que les racines y ont puisée et qu'elles retenaient dans leurs tissus.

Le compte de cette déperdition est facile à établir : supposons que pour un hectare où l'on a récolté en moyenne 30 000 kilogr. de betteraves, on ait obtenu 1800 kilogr. de sucre et 600 kilogr. de mélasse, celle-ci, contenant environ 12 pour 100 de son poids de sels de potasse et de soude, représentera 72 kilogr. de ces composés alcalins enlevés au sol. Vingt récoltes successives auront donc enlevé 1440 kilogr. de salin, et il est évident que dans le département du Nord beaucoup de terres à betteraves ont dû éprouver une semblable déperdition.

Or, la betterave est de la famille des Chénopodées, c'est-à-dire qu'elle est du nombre des plantes qui exigent pour leur développement des quantités de sels alcalins plus fortes que celles qui conviennent à beaucoup d'autres végétaux de la grande culture.

Ces considérations, et quelques faits relatifs à

l'action favorable des engrais salins [1] sur les betteraves dans les terres en question, ont pu faire admettre qu'effectivement l'appauvrissement des bases alcalines du sol était, en grande partie, la cause de la diminution des récoltes et de la maladie des betteraves. On a donc cru devoir engager les cultivateurs à vérifier, sur les exploitations où le mal existe, l'action favorable des engrais alcalins; on peut en espérer de bons résultats, mais quelques autres mesures me semblent indispensables et peut-être plus urgentes. En voici les motifs :

D'abord le sol, bien qu'il ait dû perdre de fortes quantités de sels alcalins, est loin d'en être dépourvu; d'après les analyses de M. Leblanc, il en contiendrait encore, à l'état facilement soluble, environ 2000 kilogrammes par hectare dans la couche végétale de 66 centimètres, que souvent les racines et les radicelles dépassent; vingt récoltes successives de betteraves ne suffiraient donc pas pour épuiser cet approvisionnement.

Le défaut de sels alcalins semble donc ne pas

1. Les engrais salins, qui contiennent des proportions assez fortes de sels de soude et de potasse, ont eu pour effet de combattre la maladie, suivant quelques cultivateurs; on a cru remarquer en outre que les tourteaux, plus riches en matières salines à base de potasse que d'autres engrais, ont eu la même influence heureuse. Dans les localités du Nord où, comme aux environs de Lille, on emploie habituellement les tourteaux de graines oléagineuses pour la fumure des terres, la maladie ne s'est pas manifestée.

constituer, du moins dans certains sols où cependant le mal sévit, la cause principale, actuelle, de l'altération si grave des racines sur d'aussi vastes étendues de terres cultivées en betteraves depuis longtemps et d'une manière trop exclusive [1].

La cause plus générale peut-être, active surtout dans les terrains compactes et humides, me paraît tenir au défaut d'air (ou d'oxygène libre) dans le sol à une certaine profondeur. Le Congrès des agriculteurs réunis à Valenciennes a bien voulu admettre cette circonstance au nombre des causes de l'altération des betteraves, ainsi que l'utilité probable des moyens d'y remédier en aérant le sol par un drainage [2].

Voici 1° l'explication toute naturelle de ce fait;

1. Toutefois une des terres placées dans ces mauvaises conditions, en proie à la maladie, ne contenait que des traces de sels alcalins directement solubles par un simple lavage à l'eau, d'après l'analyse que j'en ai faite avec M. Bouihlon.

2. Voici les décisions prises par le Congrès relativement à cette question :

Toutes les personnes qui s'occupent de la culture de la betterave seront invitées à faire des expériences ayant pour but de constater 1° si l'addition d'une certaine quantité de sels de potasse et de chaux ou de marne sur les terrains cultivés en betteraves aurait pour effet de diminuer ou de faire disparaître la maladie ; 2° si, en fumant un an d'avance comme en Prusse, on n'augmenterait pas considérablement la production de la betterave; 3° si, en combinant le système de drainage avec l'établissement des tuyaux d'aérage, on ne donnerait pas au sol une perméabilité qui pourrait arrêter la maladie; 4° si, en renouvelant la graine, on parviendrait à régénérer l'espèce et à détruire le germe de l'affection spéciale.

2° les conséquences nécessaires qu'il doit entraîner; 3° les observations nombreuses et positives qui le démontrent; 4° les moyens simples d'y remédier.

Défaut d'aération du sol. Ce fait en lui-même est facile à expliquer, surtout pour les terrains profonds, compactes et humides, où la culture de la betterave revient fréquemment depuis un grand nombre d'années; en effet, dans de pareils sols la betterave lance, dans toute la profondeur perméable à ses longs pivots, des racines et radicelles dont la longueur totale peut atteindre depuis 40 ou 60 centimètres jusqu'à 2 mètres.

Or, après l'arrachage, les pivots qui se sont rompus à peu de distance du corps de la racine restent engagés dans le sous-sol (comme l'indique la fig. RR', pl. III) au-dessous de la ligne horizontale moyenne, que l'arrachage lui-même ni les labours ne peuvent retourner.

Ces débris organiques, sous l'influence de l'humidité qui les environne, se désagrégent et tendent à passer par les différents degrés des fermentations qui enlèvent l'oxygène à l'air ambiant et le remplacent par de l'acide carbonique.

Au bout d'un certain temps le sol, à ces profondeurs, contient des mélanges gazeux qui abondent surtout en acide carbonique et en azote, offrent très-peu ou point d'oxygène libre, c'est-à-dire manquent des proportions d'air respirable indispen-

sables à la vie des racines; dès lors la végétation cesse à cette profondeur; aucune racine n'y peut pénétrer, le tassement devient considérable.

On comprend sans peine que cet état de choses doive occasionner l'altération des radicelles qui atteignent en pivotant jusqu'à la couche où l'air vicié devient irrespirable pour elles; de même qu'on voit les hommes être exposés à l'asphyxie dans certaines cavités où l'air, altéré par les fermentations, a perdu certaines proportions d'oxygène qui est remplacé par de l'acide carbonique.

Ainsi donc, la présence et la formation continuelle de mélanges gazeux irrespirables pour les racines expliquent les altérations spontanées de celles-ci, à la profondeur où ces conditions se réalisent dans le terrain. L'introduction des gaz et de diverses substances nuisibles devient libre, parce que les extrémités se trouvent tronquées et privées des spongioles indispensables pour extraire du sol les aliments propres au développement normal de la plante.

Faits qui montrent le défaut d'aération du sol. Deux ordres de faits concourent à démontrer le manque d'air respirable dont nous venons d'indiquer les conséquences fâcheuses: ce sont d'une part les époques et la situation de l'altération spéciale, et d'un autre côté les conditions toutes différentes qui ont prévenu le développement de la maladie.

1° L'altération ne se manifeste pas, tant que les betteraves se développent en traversant la terre aérée par l'arrachage précédent, comme par les labours et les façons ordinaires; elle n'a lieu qu'à l'époque où les racines dépassent cette couche et pénètrent jusqu'au terrain non aéré.

2° C'est toujours vers la partie inférieure des racines que la maladie commence et que les radicelles affectent également les signes caractéristiques du mal.

3° La maladie est généralement plus grave dans les champs où se réunissent les conditions d'une culture prolongée depuis plus longtemps et plus souvent réitérée, et où se trouve en même temps un sol plus compacte et plus humide, ou encore une fumure plus récente et plus abondante en litières non *consommées*. Ainsi les racines engagées dans le sol, qui eussent formé par leur détritus un aliment pour les cultures suivantes, si l'air y eût pénétré, ont formé obstacle à toute végétation ultérieure.

Il devait en résulter que la terre, à cette profondeur, contînt moins de débris organiques et se trouvât moins épuisée des substances minérales que la végétation de la betterave enlève dans les portions de terrain où ses racines peuvent agir.

Tels furent précisément les résultats des analyses que j'ai faites avec M. Poinsot et M. Bouihlon. La terre analysée contenait, dans la couche végétale, 35 pour 1000 de matière organique et 2,7 de car-

bonate de chaux, tandis qu'à un mètre de profondeur, où depuis longtemps les racines ne pénétraient plus, on trouvait seulement 16,80 de matière organique, et la proportion de carbonate de chaux s'élevait à 9 pour 1000; il y avait donc moitié moins de matière organique et trois fois plus de carbonate de chaux que dans la couche arable accessible aux racines vivantes.

A 30 centimètres de profondeur la terre, analysée au moyen de l'acide sulfurique, contenait en sels alcalins l'équivalent de 5 pour 1000 de sulfate de potasse et de soude; à 1 mètre, elle en renfermait 5,9, c'est-à-dire 20 pour 100 de plus.

On a pu souvent rencontrer dans ces terrains, ainsi que j'ai eu plusieurs fois l'occasion de le remarquer moi-même, des betteraves entièrement saines, ne différant des autres que par l'absence du pivot rompu au moment du repiquage : on comprend sans peine que les betteraves repiquées, ne développant que de petites racines divergentes à leur partie inférieure, n'atteignent pas des couches aussi profondes que les betteraves demeurées en place et pivotantes. Elles restent donc dans l'épaisseur de la terre labourable et dans les conditions d'une aération suffisante pour que les radicelles conservent leur vitalité. C'est un fait de ce genre que représente la figure E de la planche III; on y voit une betterave saine dans toute sa masse :

par suite du repiquage, cette betterave n'a pas développé de pivot, et ses racines latérales n'ont pas atteint la couche de terre privée d'air où les racines n'ont pu développer leurs pivots que dans les premières années de la culture, comme l'indique le dessin de R en R': les pivots, dans les sols meubles et profonds, restent en effet ainsi après les récoltes. On comprend que ces résidus puissent, sous l'influence de l'air à cette profondeur, se décomposer par la fermentation en gaz et en vapeurs que s'assimilent les plantes.

On peut admettre que les pivots qui pénètrent jusqu'à cette couche infectée éprouvent de graves altérations qu'ils transmettent graduellement aux tissus vasculaires de la racine tuberculeuse (voy. fig. F, pl. III). On comprend, en outre, que les betteraves repiquées puissent rester saines dans le même champ, puisqu'elles n'atteignent pas cette couche (voy. fig. E).

5° On peut constater les effets si favorables de l'aération à une assez grande profondeur dans les ensemencements de betteraves sur la terre des silos remblayés: ces betteraves, malgré leurs racines pivotantes, sont généralement exemptes de la maladie, et l'on ne voit d'autre différence entre les conditions où elles se trouvent, que l'aération d'une couche profonde du sol, puisque la même terre qui avait été extraite pour

creuser les silos est aussi celle qui a servi à les remplir.

6° Quelle autre conclusion encore pourrait-on tirer des résultats si favorables obtenus chez M. Gouvion à l'aide de défonçages énergiques et de labours réitérés au milieu des localités frappées par la maladie?

7° M. Decrombecque a réalisé de même, cette année, ses plus belles récoltes, exemptes de toute altération, dans des *cultures en ados* et *sur des terres drainées*, qui, les unes et les autres, offraient évidemment les conditions favorables d'aération du sol, et qui différaient surtout, peut-être exclusivement, par là, des cultures environnantes. Dans ces dernières, se sont rencontrées un certain nombre de betteraves affectées de la maladie, suivant les observations de MM. Barral et Baudement.

VI.

Moyens à employer pour prévenir ou combattre la maladie des betteraves.

Tous les faits que nous venons de citer s'accordent pour conseiller l'emploi des précautions suivantes, qui d'ailleurs tendraient, en tout cas, à rétablir ou à développer la puissance du sol; aussi les plaçons-nous au premier rang. Nous indiquerons ensuite les moyens plus spéciaux dont il con-

viendrait d'essayer l'application à la culture des betteraves, et d'une manière comparative.

La méthode générale d'amélioration du sol dans les localités atteintes devant consister dans une aération plus complète à une plus grande profondeur, elle pourrait être réalisée pour certaines terres à l'aide des défonçages énergiques ou bien par la culture en ados.

Parmi les ustensiles aratoires qui se prêteraient le mieux à une aération de la terre se trouvent les charrues fouilleuses ou sous-sol, et peut-être mieux encore la nouvelle défonçeuse Guibal.

Cet ustênsile ingénieux, qui représente en quelque sorte une double série de fortes dents de fourche, fixées sur une monture circulaire semblable à une très-large roue de charrette, pénètre et divise le sol à une profondeur de trente-cinq à quarante-cinq centimètres. Si donc on le faisait agir au fond des raies d'une charrue ordinaire, on pourrait atteindre et aérer la couche de terre jusqu'à soixante et même soixante-dix centimètres de profondeur.

Toutefois, ce puissant défonçage serait insuffisant, sans doute, dans les terrains trop compactes, qui retiennent l'eau, et sont susceptibles de se tasser promptement après les labours.

On pourrait dans ce cas avoir recours à un moyen plus radical, en plaçant à $1^m,33$ ou $1^m,50$ de pro-

fondeur, des tubes de drainage qui aboutiraient tous vers la partie la plus déclive du terrain à un tube plus large, récepteur des eaux, et vers la partie la plus haute à un deuxième tube récepteur qui faciliterait l'introduction de l'air atmosphérique sous les racines. (Voy. cette disposition indiquée avec les détails relatifs au drainage, dans le *Précis d'agriculture* de MM. Payen et Richard.)

Ces deux effets d'égouttage des eaux en excès et d'introduction de l'air à une profondeur dépassant un mètre, contribueraient à rendre la terre plus perméable aux radicelles, tout en réalisant une condition indispensable de leur développement : l'introduction de l'air, qui favorise aussi la désagrégation et la fermentation utile des engrais.

La végétation, devenue dès lors plus active, donnerait aux betteraves la vigueur nécessaire pour leur permettre de résister aux différentes causes d'altération qui, chaque année, diminuent les récoltes et appauvrissent dans les racines la sécrétion sucrée.

On soutiendrait cette vigueur de la végétation, en adoptant un assolement qui ne ramènerait que tous les cinq ans la culture des betteraves dans un même champ.

Parmi les moyens qu'il conviendrait d'essayer comparativement, dans la vue d'assurer et de compléter les bons résultats des labours profonds, du

drainage et d'un assolement élargi, nous rappellerons ceux-ci :

1° L'usage adopté généralement, avec un grand succès, aux environs de Magdebourg, d'appliquer les fumures au moins une année d'avance sur d'autres cultures, afin que la betterave trouve dans le sol des engrais plus consommés, moins actifs, exigeant moins d'oxygène dans un temps égal pour fermenter, et dégageant moins d'acide carbonique;

2° Le repiquage, en coupant le bout du pivot, du moins sur les terres dans lesquelles les moyens d'aération n'auraient pu être pratiqués à temps pour rendre le sol fertile jusqu'à la profondeur que les racines pivotantes doivent atteindre;

3° On pourrait essayer encore, comparativement, de renouveler ou d'échanger les graines, comme on le fait utilement pour d'autres plantes;

4° L'essai comparé d'un chaulage énergique dans les terrains bien défoncés conduirait peut-être à découvrir le moyen de combattre la maladie dans les terres où elle a laissé les germes d'une nouvelle invasion; en tous cas, ce chaulage ne pourrait qu'être favorable à la végétation dans les terres sablo-argileuses, généralement trop pauvres en calcaire, des localités où le mal sévit encore;

5° Enfin, l'addition des vinasses aux fumures, ou d'engrais salins de potasse et de chaux, ca-

pables de restituer les bases enlevées au terrain par la végétation des betteraves.

On ne doit pas cependant oublier que le défaut de bases alcalines n'est qu'un fait exceptionnel; qu'au contraire un grand nombre de terrains en France contiennent des sels ou composés alcalins (de soude ou de potasse) en trop fortes proportions pour que la culture de la betterave y donne des racines abondantes en sucre et faciles à traiter. J'ai eu l'occasion de signaler, il y a longtemps déjà, des terrains de cette nature (aux environs de Paris et de Naples), où la proportion des sels, parmi lesquels l'azotate de potasse dominait, était presque égale à la proportion, faible d'ailleurs, du sucre pur; dans ce cas, il est impossible d'extraire ce dernier avec profit.

Quelques terres emblavées depuis peu de temps en betteraves, ou vierges de cette culture, se rencontrent encore sur quelques points du département du Nord, et donnent des betteraves assez volumineuses, mais pauvres en sucre, et offrant des tissus saccharifères (ceux qui entourent les vaisseaux) peu développés. De semblables matières premières embarrassent beaucoup, parfois, les établissements récemment formés, et peuvent entraver complétement leur marche.

Dans chaque localité on devrait donc s'assurer par une culture préalable et par des essais, ou par

des analyses sur les récoltes, de la qualité moyenne des betteraves que l'on pourrait obtenir. Si, dans les racines récoltées, les sels alcalins étaient trop abondants, il faudrait ou s'abstenir de fonder l'établissement, ou cultiver pendant plusieurs années sur ce fonds des plantes avides de sels de cette nature, telles que les pommes de terre, les betteraves à vache, le colza, etc., avant d'y introduire la culture des betteraves destinées à fournir la matière première à des fabriques de sucre.

MALADIES DES BLÉS

MALADIES

DES BLÉS.

I.

Historique.

Plusieurs maladies des blés, offrant certaines analogies avec celles que nous venons de décrire, sont connues depuis longtemps; leur détermination précise a été complétée depuis peu, tandis que les moyens de les éviter, constatés par une longue pratique, ont acquis un plus haut degré de certitude.

Le moment est donc venu de populariser, autant que possible, les données positives à cet égard : nous y reviendrons plus loin; mais, d'abord, nous nous occuperons d'une maladie particulière qui s'est manifestée plus récemment encore dans nos campagnes, et a répandu des craintes assez vives parmi les cultivateurs.

Des avis, insérés dans plusieurs journaux, l'année dernière, appelèrent l'attention publique

sur une altération nouvelle qui, attaquant les froments sur pied longtemps avant l'époque de la maturité, menaçait de compromettre les récoltes de la première de nos céréales.

La maladie qui apparut, en 1851, dans les champs de blé, sur une grande étendue, fut considérée comme toute nouvelle par les plus habiles observateurs naturalistes, M. Duchartre notamment et M. Montagne, qui l'ont décrite dans ses plus intimes détails. M. Boitel en conçut la même opinion lorsqu'il observa le développement et les effets de cette maladie dans la grande culture.

On ne trouve effectivement, dans aucun auteur, la description d'une maladie semblable sur les froments.

II.

Époque de l'invasion et marche de la maladie.

L'invasion, presque simultanée sur un grand nombre de points où la végétation du blé se trouvait arrivée au même état de développement, eut lieu du 10 au 20 juin; on a constaté aux environs de Paris et dans les cultures de Versailles son apparition vers le 15 juin.

Le 16 et le 30 juillet suivant, M. Pommier rendait compte à la Société centrale d'agriculture des excursions qu'il avait faites sur les territoires des

départements de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise, dans les plaines de Pontoise et du Long-Boyau.

Des diverses observations qu'il avait recueillies, on pouvait déjà conclure que l'avortement d'un grand nombre d'épis, ou du moins la coulure d'une partie de leurs épillets, coïncidait avec des taches brunes au bas des tiges (sur le premier ou le deuxième entre-nœud), espèce d'invasion cryptogamique, désignée dans les campagnes sous le nom de *piétin*, en raison même de la partie de la tige (près du *pied*) qu'elle attaque; que, de plus, cette affection, rapidement développée sous l'influence d'une humidité prédominante, s'était arrêtée ou considérablement ralentie sous l'influence contraire de la sécheresse qui était survenue, et avait laissé le grain se développer et les épis se remplir en grande partie.

En général, on pouvait, dès lors, espérer que ce temps d'arrêt suffirait pour permettre d'obtenir une récolte moyenne.

Les blés les plus compromis étaient ceux qui, affaiblis au pied par l'altération spéciale, n'avaient pu résister au vent et s'étaient couchés. Enfin, les blés restés debout dans les mêmes champs, sur des zones irrégulières, plus ou moins étendues, offraient d'ailleurs les plus belles apparences : il ne fallait donc point concevoir de trop grandes inquiétudes sur l'avenir de la récolte dans son ensemble.

La maladie a reparu l'année dernière (1852) : M. de Kergorlay a reconnu qu'en plusieurs localités elle avait sévi avant la floraison du froment; de sorte que, sur les pieds attaqués, la fructification avait avorté complétement; du reste, le dommage, en somme, a été peu considérable.

Le 7 août 1851, une commission spéciale[1], nommée pour étudier la même maladie des blés, adressait, par l'organe de M. Boitel, son rapport à M. de Gasparin, alors commissaire général de l'Institut agronomique de Versailles.

On trouve dans ce rapport des observations semblables à celles que nous venons d'indiquer sur l'époque de l'invasion et sur la marche de la maladie, et, en outre, divers renseignements précis, dont nous profiterons, ainsi que des communications faites à la Société impériale et centrale d'agriculture, pour faire connaître les caractères, la nature, les principaux effets de cette affection, et les moyens de les prévenir.

III.

Caractères distinctifs.

Si la maladie des blés se présente aujourd'hui avec les caractères d'une affection nouvelle, cela

1. Composée de MM. Lecoulteux, Doyère, Wurtz, Baudement, et Boitel, rapporteur.

tient sans doute à ce qu'il ne s'était pas rencontré antérieurement, ou du moins depuis très-longtemps, un concours de circonstances favorables à son développement, comme celui qui avait aidé les progrès et les ravages de la maladie des pommes de terre; de telle sorte qu'elle n'avait pu occasionner dans les récoltes des dommages appréciables ou bien assez graves pour éveiller des inquiétudes chez les agriculteurs et fixer l'attention des naturalistes.

Plusieurs maladies analogues se sont en effet développées sous les mêmes influences en 1851; on put même croire, dès l'apparition de la maladie spéciale, qu'elle n'était qu'une altération consécutive d'une rouille prédominante dans les mêmes localités.

Quoi qu'il en soit, on a partout observé le siége de l'affection au bas de la tige : sur le premier entre-nœud ou sur le deuxième, parfois simultanément sur les deux.

L'altération se reconnaît d'abord, en ces endroits, à la coloration brune dans l'intérieur des tiges attaquées. Cette couleur devient graduellement plus foncée, la circulation des sucs paraît entravée, les épis des pieds malades restent courts et grêles, les organes de la fructification avortent en totalité ou en partie; les grains qu'ils renferment restent petits et deviennent ridés en se desséchant; les tiges

s'altèrent de plus en plus sous les influences des pluies, de l'humidité et de la chaleur, et brunissent dans toute leur étendue : on ne peut donc obtenir que de petits grains et de la paille de mauvaise qualité de ces pieds qui ont cessé de vivre avant d'avoir accompli les phénomènes successifs de leur végétation et d'avoir atteint leur maturité.

Dès la deuxième quinzaine de juin et les premiers jours de juillet, l'altération observée par M. Duchartre a paru plus prononcée qu'au début du mal : la coloration brune avait entièrement envahi les parois des grandes cellules, qui forment plus de la moitié de l'épaisseur du chaume; les vaisseaux qui traversent le tissu cellulaire étaient encore exempts de toute coloration brune.

A cette période, la cavité des entre-nœuds envahis présentait un mycélium filamenteux, blanc, de champignon (*a*, *a*, *a*, fig. 17, pl. IV). Ce mycélium semblait avoir pris naissance à l'intérieur, sous le nœud supérieur de la portion attaquée; il descendait dans la cavité entre ce nœud et le nœud inférieur *b*, et au plus jusqu'à la moitié de la longueur de cet entre-nœud. La figure 19 montre les filaments grossis trois cent quatre-vingt fois.

M. Duchartre évalue à $\frac{1}{300}$ de millimètre le diamètre de ces très-petits filaments; il n'a pu, en

l'absence de fructification, déterminer l'espèce de ce champignon.

Diverses autres moisissures apparaissent ultérieurement à la superficie des parties malades, comme on en voit sur tous les végétaux plus ou moins fortement altérés par différentes causes. Elles ne tiennent donc pas particulièrement à l'affection dont il s'agit.

Les observations faites le 3 août ont montré les choses dans le même état, sauf les progrès du mal, caractérisés non-seulement par la coloration brune de la plus grande partie des grandes cellules, mais encore par l'altération et la coloration brune d'une partie des parois des vaisseaux; quelques-uns de ceux-ci contenaient sur plusieurs points un liquide brun logé dans la cavité tubulaire qu'il remplissait entièrement [1].

IV.

Changements survenus dans la composition chimique des tiges envahies.

Il y avait un intérêt évident à rechercher si les tiges attaquées avaient subi quelque changement

1. Ce caractère semble analogue à celui que j'ai observé dans les faisceaux vasculaires de la betterave malade. Ici la substance remplissant le tube avait bien l'apparence d'un liquide mucilagineux, mais était en réalité formée d'une matière membraniforme azotée, très-résistante à divers dissolvants. Voyez pages 67, 68. On

dans leur composition élémentaire. M. Wurtz, professeur de chimie, a procédé par l'analyse à cette détermination ; il est parvenu aux résultats suivants :

Composition chimique comparée des tiges de blé saines et des parties semblables attaquées par la maladie spéciale (cendres déduites) :

	Tiges de blé sain.	Blé malade.
Carbone	46,549	46,707
Hydrogène	6,042	6,146
Azote	0,380	0,825
Oxygène	47,029	46,000
	100.	100.

On voit, ainsi que l'a fait remarquer M. Wurtz, que la différence porte principalement sur l'azote, et il ne sera pas inutile de faire remarquer que ces différences dans les proportions d'azote indiquées par l'analyse montrent que, pour 100 parties, le blé sain contient 2,47 de matières organiques azotées, tandis que le blé malade en renferme 5,36.

Nous ajouterons qu'il est encore digne de remarque que les substances introduites par les corps qui attaquent les pommes de terre en détruisant la fécule, par ceux qui se développent sur le sucre en le consommant, enfin par les divers cryp-

retrouve cette particularité remarquable de la présence d'une matière brune ou rousse membraniforme dans les tissus envahis de la pomme de terre malade, et dans l'altération parfaitement déterminée du sucre attaqué par un champignon.

togames parasites qui envahissent le pain et certains produits végétaux, aient toutes pour effet de faire pénétrer également, dans les objets attaqués, des matières organiques azotées, et de consommer, en les transformant en eau et en acide carbonique, les aliments ternaires ou non azotés (fécule, amidon, glucose, sucre, cellulose, etc.), qu'ils font graduellement disparaître.

V.

Cause probable.

Ici encore la cause la plus générale nous paraît tenir à la coïncidence, depuis plusieurs années, d'une grande humidité avec une température moyenne douce et avec l'absence d'hivers rudes.

Ces circonstances sont de nature à déterminer les fermentations et les différentes altérations spontanées des plantes, ainsi que des divers produits végétaux; d'un autre côté, les mêmes conditions atmosphériques sont favorables au développement exagéré des végétations parasites dont les séminules, ou corpuscules reproducteurs, sortis de leur fructification, sont bientôt répandus en nombre immense dans l'atmosphère et transportés à toutes distances, puis irrégulièrement répartis sur les cultures. On pouvait donc rester dans le doute entre ces deux causes secondaires : l'altération

spontanée ou les attaques d'un végétal parasite. Cette dernière supposition s'accorde avec le plus grand nombre des faits bien constatés, qui ne pourraient s'expliquer en admettant l'altération spontanée comme cause plus directe.

On ne comprendrait pas que le mal sévît de préférence sur des tiges plus ou moins nombreuses au milieu de pieds épargnés, qui sont cependant dans les mêmes conditions, s'il n'existait un agent spécial de ces altérations, susceptible d'être irrégulièment disséminé et d'occasionner les désordres observés, là où on le voit envahir les tissus de la plante.

On ne pourrait guère expliquer autrement que la maladie se montrât plus forte parfois sur des terrains moins humides que sur des cultures voisines où l'humidité plus grande devrait occasionner plus facilement les altérations spontanées. L'altération spéciale ne paraît pas non plus tenir à la nature du sol, car on l'a observée plus ou moins intense dans les terres argileuses, dans les terrains sableux et dans les sols calcaires.

Toutes les analogies, au contraire, rapprochent cette maladie des autres affections des grains dans lesquelles on ne peut plus hésiter à reconnaître les attaques des parasites capables de s'introduire dans les tissus; de suivre, inaperçus d'abord, les sucs séveux; puis de manifester leur présence, lorsqu'ils se développent au point de prendre des dimensions

et des formes perceptibles soit à l'œil nu, soit à l'œil aidé de puissants moyens de grossir et de rendre visibles ces êtres presque infiniment petits.

Tout s'explique alors, et les attaques irrégulières, et la composition chimique des tissus envahis par ces sortes de champignons microscopiques; l'absorption des liquides, la coloration comme la désagrégation des tissus qui servent d'aliment à ces parasites; enfin, la nature même des moyens de prévenir ou d'arrêter leurs ravages.

VI.

Influence sur les récoltes.

La maladie nouvelle que nous venons de décrire n'eut pas, en 1851, la gravité que l'on en redoutait d'après les dommages qu'elle avait produits en certaines localités.

Ainsi que l'a dit la commission de l'Institut agronomique de Versailles : « A l'origine de la maladie des blés, on s'en est exagéré l'importance, en songeant surtout à la rapidité de sa marche et à l'étendue qu'elle pouvait embrasser. Plus tard, on s'est rassuré en voyant qu'elle restait stationnaire, et que, si elle sévissait sur certains points, elle laissait dans d'immenses plaines la récolte intacte. »

Les renseignements parvenus à la Société im-

périale et centrale d'agriculture ont permis d'évaluer à un vingtième la perte totale causée par cette invasion. L'intensité du mal a pu d'ailleurs varier dans le même champ de la moitié au cinquantième de la récolte; somme toute, la commission de Versailles émit l'avis que cette maladie avait pu réduire (en 1851) à un rendement moyen la moisson qui, sans cette cause accidentelle, aurait pu être comptée parmi les meilleures et les plus abondantes.

On conçoit facilement quelle pouvait être l'influence du même phénomène sur la qualité des grains. Dans les localités, peu nombreuses il est vrai, où le mal a sévi fortement, une grande partie des grains n'ont pu atteindre le terme de leur maturité; restés dans l'intérieur à l'état *laiteux*, ils se sont vidés par la dessiccation. Mais leur volume très-petit a permis de les éliminer par le criblage; ils ont donc occasionné un déchet plus considérable qu'à l'ordinaire, sans nuire sensiblement à la qualité du grain nettoyé; à plus forte raison n'ont-ils dû avoir aucune influence notable sur la qualité de l'ensemble des blés récoltés dans les champs où la maladie était peu intense.

Sous ce rapport, la qualité du blé de la dernière récolte (1852) pouvait moins encore être compromise, puisque le mal s'était naturellement moins développé, la saison ayant été généralement moins humide. Mais une autre cause exerça malheureu-

sement une influence plus grande à cet égard : ce fut la sécheresse occasionnée par un soleil ardent, au moment où la maturité incomplète du blé ne pouvait s'accomplir qu'à l'aide des sucs fournis par la tige : or, celle-ci étant presque desséchée, la source de l'alimentation du fruit se trouvait tarie ou interceptée ; dès lors, le grain moins rempli ne pouvait donner un produit aussi pesant que dans les bonnes années. On obtint donc généralement à la mouture, en somme, moins de farine d'un volume égal de blé, et peut-être un volume total ou un nombre d'hectolitres moindre aussi, sans que la maladie spéciale ait eu, dans ce résultat défavorable, une notable influence.

VII.

Moyens à employer pour prévenir les maladies de ce genre.

Les meilleurs moyens de garantir nos récoltes contre diverses sortes d'altérations en apparence spontanées, et en particulier contre la maladie spéciale du blé, consistent dans *l'assainissement du sol*, *le choix et la préparation de la semence*, enfin, *l'application des engrais capables de rendre à la terre ce que chaque récolte lui enlève*. C'est, en un mot, l'emploi judicieux d'une méthode économique qui soutienne ou développe la fécondité du sol comme la vigueur des plantes.

L'assainissement du sol, dans les localités exposées à une humidité trop forte ou trop persistante en certaines saisons, se peut obtenir à l'aide du drainage, ou égouttage des terres par des rigoles ou tubes souterrains. Non-seulement on parvient ainsi à éviter l'humidité trop forte qui fut, en 1851, une des conditions déterminantes de la maladie des blés dite *piétin*, mais encore en introduisant, par le fait même du drainage, de l'air dans le sous-sol, on active la respiration des racines, qui ensuite pénètrent plus avant et profitent, durant la rotation des cultures, de la nourriture minérale et organique contenue sous une plus forte épaisseur : la puissance du sol en est donc directement accrue[1].

Choix et préparation de la semence. — Les blés de semence sont choisis, quelquefois sur pied, dans les plus belles parties du champ, et battus à part avec ménagement, en frappant les épis contre un tonneau. Ils doivent être en outre triés avec soin, soit mécaniquement, soit à la main, et de manière à exclure les grains petits ou légers ainsi que les graines étrangères; on admet aussi qu'il est avantageux de renouveler les semences à des intervalles de temps plus ou moins longs, c'est-à-dire d'échanger, par exemple, au bout de quelques an-

1. On trouve, dans le *Précis d'agriculture* de MM. Payen et Richard la description, avec figures, des procédés d'assainissement et d'aération du sol réalisés au moyen du drainage.

nées, les blés venus dans un terrain où l'argile domine, avec les produits d'une qualité semblable, mais récoltés sur un sol plus calcaire.

Outre ces précautions, toujours utiles, la préparation des blés de semence joue un rôle important dans l'économie rurale pour le succès des cultures, notamment en ce qui touche les moyens de prévenir l'action funeste de certains champignons parasites.

VIII.

Carie des blés.

Parmi ces derniers, le plus redoutable est désigné sous le nom de *carie des blés*. Il n'était pas rare autrefois qu'il occasionnât, sur de grandes étendues cultivées, une perte de 25 à 50 pour 100 de la récolte; ses ravages en France diminuent graduellement à mesure que se répandent dans nos campagnes les procédés simples de *chaulage* perfectionnés que nous décrivons ci-après. La carie est cette maladie qui transforme la partie farineuse du grain ou fruit du blé en une masse noire, granuleuse, fétide; il suffit d'un petit nombre de grains ainsi transformés, pour infecter de carie tout le blé de semence et produire, l'année suivante, des récoltes plus mauvaises, ne donnant que des farines inférieures et un pain bis de saveur désagréable.

Il paraît aujourd'hui bien avéré que les émanations de la carie, ou des spores de cette végétation parasite, s'inoculent dans la jeune plante de froment, parcourent les phases de son développement, et, après avoir suivi à l'intérieur les progrès de la floraison et de la fructification, n'apparaissent qu'à l'époque où l'épi du blé se forme. On peut voir alors dans les épillets envahis la place du grain remplie par la substance d'un brun très-foncé, granuleuse, légère, qui constitue le parasite.

Les figures 1, 2, 3, 4, de la planche IV indiquent : 1, l'aspect général de l'épi carié, 2, 3, 4, la masse brune, et 6-12, la vue très-amplifiée des granules, à peine perceptibles à l'œil nu, dont elle se compose. On confond parfois la carie avec le *charbon*. Cette dernière maladie, occasionnée par un champignon particulier qui attaque toutes les céréales, se distingue facilement de la précédente; car le *charbon*, qui est noir, se développe dans le pédicule des fleurs et dans leurs écailles; il détermine l'avortement du fruit et même de la fleur; d'ailleurs, comme il est en quelque sorte externe, un vent très-fort ou une pluie abondante suffisent pour l'enlever : son développement offre donc beaucoup moins de dangers que celui de la carie.

La maladie désignée sous le nom d'*ergot* peut attaquer les différentes graminées; elle affecte plus particulièrement le seigle et le maïs. Elle se ma-

nifeste par la formation d'une excroissance cylindroïde d'un brun foncé, qui prend la place du grain et acquiert une longueur égale à celle des balles de l'épi, souvent même deux ou trois fois plus considérable.

Les terrains humides et les saisons pluvieuses favorisent le développement de l'ergot; on le rencontre fréquemment dans les localités de la Sologne où règne une humidité constante, ainsi que dans les vallées du Grésivaudan, de Saint-Jean de Maurienne, et sur le littoral du sud-est de la France. Sa présence détériore le grain comme la farine que l'on en tire, et doit rendre le pain moins salubre: en effet, l'ergot a sur l'économie animale une action spéciale assez énergique pour qu'employé à petites doses en médecine, il produise cependant de notables effets.

Jusque dans ces derniers temps, les opinions ont varié sur la nature de l'ergot; les observations récentes de M. Tulasne ne laissent plus de doute à son égard. C'est le sclérotium d'une sphérie pédicellée, sorte de champignon qui attaque les fruits de plusieurs céréales, ainsi que la tige des cypéracées, et qui peut se développer lorsqu'il tombe sur un sol humide.

IX.

Rouille des blés.

On donne ce nom à la poussière couleur de rouille, ou brune, qui sort de petites pustules formées sous l'épiderme des feuilles des céréales; la rouille parfois se montre sur leurs tiges, sur les écailles et sur l'axe des épis. Chacun des très-petits granules de cette poussière est formé d'enveloppes globuleuses appelées sporidies, contenant un plus ou moins grand nombre de corpuscules arrondis qui constituent les spores ou organes reproducteurs du végétal microscopique. D'après les observations de MM. Brongniart et Vilmorin, ce sont ces spores qui, tombés sur le sol et mis en contact avec les radicelles des céréales, inoculent le champignon parasite.

Cette maladie, fort analogue aux précédentes, est la moins grave de toutes : elle n'exerce qu'une faible influence sur la production et sur la qualité du blé, à moins que les conditions les plus excitantes d'humidité et de chaleur ne l'aient développée considérablement. Toutefois, suivant les observations de plusieurs médecins vétérinaires, de M. Delafond notamment, la paille des blés rouillés peut exercer une action délétère sur les chevaux nourris avec ce fourrage.

On peut amoindrir beaucoup son influence fâcheuse sur la santé des animaux en secouant avec force le fourrage affecté de rouille ou d'autres maladies analogues, afin de faire tomber une partie des champignons, puis en l'aspergeant avec de l'eau salée et en le mélangeant avec des fourrages de meilleure qualité.

L'assainissement des sols humides (voy. ci-dessus pag. 87) offre aussi l'un des meilleurs moyens de prévenir le développement de la rouille dans les champs de blé.

X.

Uredo glumarum et Puccinie.

Dans les premiers jours du mois de juillet 1852, M. Barral a remarqué avec M. Pigeon, dans les champs de celui-ci (à Palaiseau, Seine-et-Oise), une maladie généralement répandue sur les blés, mais peu grave, due à deux champignons, l'un jaune orangé, l'autre brun (Uredo glumarum et Puccinie des graminées. Montagne), qui se développent, les premiers sur les enveloppes du grain, et les autres sur les feuilles du blé.

XI.

Moyens d'éviter la carie des blés.

Outre les mesures générales précitées, deux procédés spéciaux ont une efficacité reconnue contre la carie : l'un est désigné sous le nom de vitriolage, ou *chaulage* avec le sulfate de cuivre ; l'autre est un chaulage proprement dit, recommandé par Matthieu de Dombasle, et perfectionné dans son application, depuis quelques années surtout.

Ces deux procédés offrent toutes les garanties désirables lorsqu'on les applique suivant la méthode d'immersion que nous allons décrire ; ils réussissent à prévenir le développement de la carie, et peuvent sans doute contribuer à diminuer les chances d'altération par d'autres causes analogues.

Leur efficacité complète tient à ce qu'ils permettent d'établir le contact de l'agent préservateur sans y laisser échapper un seul grain ; et l'on conçoit que ce soit là une condition essentielle de succès, puisqu'il s'agit d'atteindre toutes les séminules imperceptibles à l'œil nu, mais adhérentes à la superficie du grain, afin d'empêcher complétement le développement du champignon qui propagerait la maladie.

L'immersion dans un excès de liquide produit d'ailleurs plusieurs effets secondaires utiles : elle dispose mieux la semence pour la germination, et

laissant surnager les grains creux, avariés, ainsi que ceux dans lesquels s'est logée la carie, plus légère que le grain lui-même, elle permet d'enlever à l'écumoire tous ces mauvais grains surnageants.

XII.

Vitriolage par le sulfate de cuivre.

Voici comment on procède à cette préparation, que l'on désigne aussi sous la dénomination vicieuse de *chaulage au sulfate de cuivre.*

On fait dissoudre dans deux ou trois hectolitres d'eau deux ou trois kilogrammes de sulfate de cuivre; la dissolution s'effectue facilement en plaçant les cristaux plus ou moins gros du sulfate dans un petit panier ordinaire, qu'on tient plongé au milieu du liquide.

Dès que les cristaux sont dissous, on agite la liqueur avec une pelle afin de bien mélanger toutes ses parties.

Alors on verse dans une manne d'osier un hectolitre du blé à préparer, et on plonge entièrement la manne dans la solution de sulfate de cuivre, en la remuant de façon à faire pénétrer le liquide dans tous les interstices.

Les grains qui persistent à surnager doivent être enlevés à l'écumoire et mis de côté pour être plus tard lavés et ajoutés à la nourriture des poules.

On retire alors la manne, on la laisse un instant au-dessus du baquet afin que l'excès du liquide s'écoule, puis on jette le grain tout mouillé sur le sol pavé, ou mieux encore, carrelé.

Ajoutant ensuite dans le baquet une quantité de solution (dont on a préparé d'avance un ou deux hectolitres) égale à celle que le grain a absorbée ou enlevée (dix, douze ou quinze litres), on continue l'immersion avec les mêmes soins. Chaque hectolitre de blé, après avoir été immergé, écumé, puis un instant égoutté, est jeté sur le tas du grain qui vient de recevoir la même préparation.

On laisse durant un espace de douze à vingt-quatre heures la semence *se ressuyer* par l'absorption du liquide, et l'on peut alors procéder à l'ensemencement.

Si le mauvais temps, ou quelque autre circonstance accidentelle, forçait d'ajourner les semailles, il suffirait pour prévenir l'échauffement, la germination et toute autre altération préjudiciable, d'étendre en couche mince le grain préparé.

Dans le département du Cher on a l'habitude d'ajouter sur chaque hectolitre de grain mouillé par la solution du sulfate de cuivre un kilogramme de chaux en poudre, que l'on mélange bien en retournant le grain à la pelle; l'excès d'humidité se trouve rapidement absorbé par la chaux, celle-ci décom-

posant le sulfate de cuivre produit du sulfate de chaux qui reste mêlé à l'oxyde de cuivre et à la chaux en excès. On obtient, par le procédé ainsi modifié, d'aussi bons résultats qu'en suivant les premières indications données ci-dessus.

On doit employer pour cette sorte de *vitriolage*, de *sulfatage* ou de *chaulage*, du sulfate de cuivre à peu près pur; on peut l'acheter sous la condition qu'il ne contiendra pas plus de un à deux centièmes de sulfates étrangers (de fer ou de zinc). Il est facile, avec quelque habitude, de reconnaître à la simple inspection, et surtout en le comparant avec un sulfate de cuivre dont la pureté complète ne laisserait aucun doute, qu'il n'est pas uni à de fortes proportions de sulfate de fer: ses cristaux paraissent d'un bleu pur, d'autant plus foncé qu'ils sont plus volumineux, tandis qu'ils paraîtraient d'un bleu verdâtre (clair ou intense), à volume égal, s'ils contenaient des proportions notables de sulfate de fer ou de *couperose verte*.

Chacun sait que le sulfate de cuivre, comme tous les sels et oxydes de cuivre, peut produire des effets délétères lorsqu'il est pris à l'intérieur en certaine quantité; il est donc utile d'éviter qu'il se mêle aux aliments, quoique sa saveur très-désagréable suffise en général pour avertir de sa présence.

Le sulfate de cuivre est d'ailleurs bien moins

dangereux sous ce rapport que l'arsenic (acide arsénieux) dont l'autorité administrative a, très-sagement, prohibé l'emploi dans le *chaulage* des grains.

On éviterait complétement toute chance de dangers de cette nature en donnant, pour la préparation des blés de semence, la préférence au procédé suivant, qui réunit d'ailleurs les meilleures conditions de succès et offre le plus de garanties contre la carie des grains, lorsqu'on le met en pratique avec les soins que nous allons indiquer.

XIII.

Chaulage au sulfate de soude.

Pour deux hectolitres d'eau on prend dix kilogrammes de sulfate de soude brut, tel qu'il est obtenu dans les fabriques au sortir des fours ou des cylindres[1].

On place ce sulfate, concassé en morceaux, dans un panier en osier peu serré, que l'on suspend au milieu du liquide au moyen d'une corde et d'un bâton placé en travers du baquet ou du tonneau.

Lorsque le sulfate est dissous, on retire le panier

1. Si dans quelques localités les agriculteurs emploient le sulfate de soude cristallisé, vendu sous le nom de sel de Glauber ou d'Epsom, c'est parce qu'ils ne savent pas que ce sulfate, qui coûte plus cher, contient 56 pour 100 d'eau inutile.

et l'on agite le liquide avec une pelle ou un bâton, afin de bien mélanger toutes les parties de cette solution.

On verse dans une manne un hectolitre du blé à chauler, on plonge le tout dans le liquide, on remue et on soulève un peu la manne de manière à bien faire baigner tous les grains de blé, puis on enlève à l'écumoire les grains légers qui surnagent. Ces grains légers sont tous plus ou moins altérés, une partie ne sont pleins que de carie; aucun d'eux ne germerait. On peut sans inconvénient les mélanger avec quatre ou cinq fois leur volume des autres grains destinés à la nourriture des poules; dans cette ration mélangée le peu de sulfate de soude qu'ils retiennent est plutôt favorable que nuisible à l'alimentation.

Dès que l'on a écumé la surface du liquide, on enlève la manne et l'on jette sur un carrelage le blé tout mouillé; aussitôt on saupoudre ce grain avec un ou deux kilogrammes de chaux éteinte en poudre; on mêle rapidement le mieux possible, à la pelle, la chaux avec le grain, puis on le relève en tas.

On continue de la même manière à chauler tout le blé qu'on doit semer, en opérant toujours sur un seul hectolitre et en ajoutant chaque fois dix, douze ou même quinze litres de solution de sulfate de soude préparée d'avance dans les mêmes proportions de cinq kilogrammes de sulfate pour un

hectolitre d'eau, afin de remplacer chaque fois la quantité de liquide que le blé enlève.

Aussitôt qu'un hectolitre de grain est bien mélangé avec la chaux, on le relève sur le tas, et les autres hectolitres sont de même amoncelés au fur et à mesure de leur chaulage.

Le blé chaulé par ce moyen semble bientôt sec; car le liquide se partage entre le grain et la chaux pulvérulente qui l'entoure; on peut le semer au bout de quelques heures ou le garder pendant plusieurs jours, sauf à l'étendre ou à le changer de place, en l'aérant à la pelle, si l'on craint qu'il ne s'échauffe.

XIV.

Préparation de la chaux en poudre.

Voici comment on obtient la chaux en poudre destinée à enrober les grains mouillés avec les solutions de sulfate de cuivre ou de sulfate de soude : d'abord on doit se procurer de la chaux vive en morceaux et de bonne qualité, connue sous le nom de *chaux grasse;* si l'on veut éteindre de vingt-cinq à cent litres de cette chaux à la fois, on les met dans un panier et l'on immerge le tout dans l'eau, de façon à ce que les morceaux de chaux soient entièrement baignés; on laisse, durant une minute, l'eau pénétrer dans la chaux, puis on retire

vivement le panier et l'on jette aussitôt toute la chaux, avec l'eau qu'elle a pu entraîner, dans un coin du carrelage.

On sera plus assuré encore de l'extinction et de la division complètes de la chaux en l'aspergeant immédiatement après, avec un litre d'eau pour 20 kilogr. ou 5 litres pour 100 kilogr. de chaux vive employée.

L'extinction bien faite avec les précautions ci-dessus doit fournir au bout de vingt ou trente minutes, d'une heure au plus, la chaux bien hydratée et parfaitement divisée en poudre fine et blanche. On fera bien de la passer dans un tamis en toile métallique de fer, afin de séparer les fragments de pierres mal cuites qui ne se seraient pas réduits en poudre.

Il est facile de conserver pendant plusieurs semaines la chaux ainsi éteinte et pulvérulente, en la mettant dans des barils défoncés d'un bout, puis en recouvrant sa superficie avec quelques vieilles toiles sèches, que l'on maintient appuyées sur la poudre en posant par-dessus des douves de tonneau; on évite suffisamment ainsi le contact de l'air libre pour que la chaux n'éprouve pas d'altération préjudiciable à son action dans le chaulage.

Les deux procédés de chaulage que nous venons de décrire coûtent à peu près le même prix, c'est-à-dire de 10 à 20 centimes par hectolitre de

grain. Le calcul est facile à faire : pour le dernier procédé, par exemple, on aura la dépense suivante par chaque hectolitre, suivant que cette mesure de grain aura absorbé 10 litres contenant 500 gr. de sulfate de soude, ou 15 litres de la même solution contenant 750 gr. du sulfate :

1/2 kil. ou 0^k,500 gr. au moins, et au plus 0^k,750 gr. de sulfate à 14 fr. les 100 kil.	= 7^c	à	10^c,5
1 kil. de chaux au moins, et au plus 2 kil. à 3 fr. les 100 kil.	= 3	à	6
Dépense totale,	10^c	à	16^c,5

XV.

Essai du sulfate de soude.

Le sulfate de soude que l'on se procure dans le commerce des produits chimiques n'est pas ordinairement altéré ou falsifié par des mélanges ; toutefois, il sera bon de le vérifier en s'assurant qu'il est entièrement soluble dans l'eau ; cette épreuve bien simple peut suffire, car elle démontre qu'aucune matière insoluble, comme de la craie, du plâtre, etc., ne se trouve dans le sulfate essayé. Les agriculteurs n'auront d'ailleurs pas à craindre que l'on y ait mélangé un sel soluble quelconque, car aucun des sels solubles ne se vend à un prix aussi bas que le sulfate de soude.

XVI.

Parti que l'on peut tirer des blés atteints de diverses altérations.

Déjà nous avons vu que les grains rendus plus légers par une déperdition partielle de substance due à différentes altérations (carie, moisissures diverses, fermentation, insectes, blés cariés, boutés, échaudés, germés, mouillés, fermentés ou atteints par la putréfaction), peuvent être facilement séparés au moment du chaulage et réservés pour la nourriture des poules.

Mais il arrive parfois que toute une masse de blés destinés à la vente se trouve fortement salie et présente sur chaque grain, à l'un des bouts (opposé à celui où est l'embryon ou germe), une matière brune, retenue dans les sortes de poils nombreux qu'on peut voir à cette extrémité du grain.

Le blé qui offre cet aspect exige un nettoyage très-énergique avant d'être soumis à la mouture; sans cette précaution, il donnerait une farine grisâtre et un pain bis peu agréable à la vue et au goût.

Dans les années où de fortes chaleurs ont surpris le blé avant que l'intérieur des grains dans l'épi eût acquis de la consistance, la maturation s'arrête, et le grain reste petit, ridé, peu farineux; on dit alors qu'il est *échaudé*.

Presque tous les grains qui sont en cet état passent au travers des cribles; ils ressemblent à ceux qui se rencontrent généralement à l'extrémité supérieure de tous les épis, et qui, séparés au criblage, constituent ce qu'on désigne sous la dénomination de *criblures* ou de *petit blé.*

Lorsque la quantité des grains peu farineux provenant de ces différentes origines est trop considérable pour être consommée par les poules, on peut souvent en tirer un bon parti en les faisant entrer dans les rations *d'engraissement des bœufs,* des *génisses* ou des *porcs;* leur qualité alimentaire serait améliorée par la coction dans l'eau et ils produiraient alors un effet plus utile.

La même destination peut être donnée aux blés qui seraient trop germés pour rendre une bonne et abondante farine. On a, l'an dernier même (1852), employé avec avantage beaucoup de blés germés pour l'engraissement des bœufs, des génisses et des cochons, dans plusieurs de nos départements; il est vrai qu'il serait bien préférable encore de prévenir cette germination, occasionnée par les pluies qui mouillent et maintiennent humides les épis couchés sur le sol, et que cela serait très-facile en ayant le soin de botteler les gerbes et de les relever debout ou de les disposer en *moyettes,* au fur et à mesure que le fauchage s'opère. Cette méthode simple et véritablement économique assure les produits des mois-

sons et de différentes récoltes dans plusieurs de nos contrées agricoles; elle est malheureusement négligée encore dans beaucoup d'autres localités, en France, tandis que, dès longtemps bien appréciée, elle est généralement en usage dans tous les comtés de l'Angleterre, de l'Écosse et de l'Irlande.

Des altérations plus graves encore succèdent à la germination des blés laissés étendus sur le sol, ou bien accumulés humides en tas plus ou moins volumineux. Dans ces conditions défavorables, le grain subit une fermentation qui s'avance jusqu'à la putridité. On peut encore utiliser ce produit altéré si profondément, non pour alimenter le bétail, mais pour en extraire l'amidon suivant les anciens procédés, et en y appliquant en outre les récentes améliorations qui facilitent l'épuration de l'amidon engagé dans les dépôts impurs de ces matières premières [1].

Ce n'est pas pour la première fois que la subsistance des populations est menacée par des maladies qui attaquent les plantes alimentaires, et ce n'est pas non plus pour la première fois que la science s'en émeut, et s'efforce de venir en aide aux agriculteurs.

1. Les tables inclinées servant au lavage économique de ces dépôts sont décrites et figurées dans le *Précis de chimie industrielle* de M. Payen, chez Hachette, libraire; 1 vol. de texte in-8 et 1 vol. de planches.

Vers 1760, le blé, atteint d'une affection particulière, inconnue jusqu'alors, était çà et là devenu peu productif, le pain était cher, et la misère augmentait avec son hideux cortége de privations, de souffrances et de mortalité.

Des savants, des économistes et des administrateurs philanthropes, émus à ce spectacle, sollicitèrent l'autorisation de se réunir fréquemment en assemblées périodiques, pour se concerter sur les moyens de conjurer le mal, d'amoindrir, sinon de faire cesser le fléau.

Telle fut l'origine de la Société d'agriculture de la généralité de Paris, dont firent partie, avant 1788, Buffon, Daubenton, Bernard de Jussieu, Parmentier, Valmont de Bomare, Cadet de Vaux, Lamoignon de Malesherbes, le maréchal d'Estrées.

Parmi les éminents services qui méritèrent à cette association d'être constituée sur de plus larges bases, et de recevoir en 1804 le nom de Société impériale et centrale d'agriculture qu'elle vient de reprendre, on peut citer la découverte du chaulage, qui préserve le blé de la carie, la plus redoutable des maladies de ce genre; l'acclimatation et la propagation de la pomme de terre; enfin les cours d'hygiène fondés à l'école vétérinaire de Lyon, en 1762.

MALADIE DE LA VIGNE

MALADIE

DE LA VIGNE.

De toutes les affections générales qui, de temps à autre, compromettent les récoltes, aucune ne pouvait être plus particulièrement préjudiciable aux intérêts des cultures spéciales de la France que celles qui menacent la culture de la vigne; car, nulle part l'importance de la production du vin n'est aussi grande que chez nous; nulle part ailleurs les qualités de cette agréable boisson ne sont aussi bonnes ni aussi variées; nulle part, enfin, les vins naturels au sol et au climat ne sont aussi généralement adoptés, non-seulement dans le pays de production, mais encore par la consommation étrangère.

A tous ces titres, l'événement grave survenu depuis quelques années, et connu maintenant sous les noms de *maladie du raisin* et de *maladie des vignes*, méritait de fixer l'attention des viticulteurs, des hommes de science et des économistes, qui s'en sont, en effet, vivement préoccupés.

Nous avons trouvé, dans les communications nombreuses reçues à cet égard par la Société impériale et centrale d'agriculture et par la Société d'horticulture de Paris et centrale de France, ainsi que dans les résultats des enquêtes administratives et les rapports publiés par le ministère de l'intérieur, de l'agriculture et du commerce, les principaux faits relatifs à la maladie des vignes. Nous essayerons d'en déduire d'utiles conséquences pratiques.

I.

Historique de la maladie.

Un jardinier anglais, M. Tucker, remarqua deux années consécutivement, en 1845 et 1846, dans les serres de Margate et sur des treilles à proximité, que les jeunes pousses, les feuilles et les grappes de la vigne étaient comme saupoudrées d'une farine blanchâtre.

Le raisin recouvert de cette substance d'apparence farineuse se crevassait, contractait une saveur désagréable, et, par degrés, se putréfiait complétement.

M. Montagne, en communiquant, le premier, ces faits à la Société centrale d'agriculture, dans sa séance du 1er mai 1850, ajoutait que son savant ami le révérend M. J. Berckley, avait constaté, par

l'observation au microscope, que la substance blanchâtre était formée de l'une des mucédinées préjudiciables à plusieurs plantes cultivées et représentait une nouvelle espèce du genre oïdium; il lui donna le nom d'oïdium Tuckeri, rappelant le premier observateur de la plante parasite. Il inséra la description avec figure de cet oïdium dans le *Gardener's Chronicle* pour 1847.

M. Montagne annonçait en avril 1850 l'apparition du même champignon parasite sur les vignes des serres de Versailles, où déjà il avait causé de grands ravages, et présentait une description nouvelle de ses caractères botaniques.

M. Dupuis assurait, en février 1851, qu'il avait observé la même maladie sur les bords du Rhône dès 1834, et qu'il en avait rendu compte dans les annales de la Société d'agriculture de Lyon en 1839. Mais alors elle ne fut pas suffisamment décrite.

En juillet 1851, M. Pépin annonça que la maladie sévissait sur les espaliers exposés au sud. M. Gauthier l'avait observée dans des serres et sur des vignes de pleine terre. M. Pajeard, jardinier en chef, avait envoyé à plusieurs reprises des échantillons de vignes et de raisins attaqués par la maladie dans les serres de Versailles, et M. Bouchardat étudiait les caractères et la marche de cette affection spéciale qui, disait-il, se répandait des serres dans les champs.

A cette époque, j'avais l'occasion de faire connaître, d'après un mémoire présenté à la Société d'horticulture par M. Labbé, les résultats de plusieurs moyens de combattre la maladie, notamment par la fleur de soufre, méthode indiquée par M. Kyle, rendue praticable par M. Gontier, employée par M. Hardy au potager de Versailles. MM. Bouchardat et Forez insistaient avec moi sur l'influence dominante des serres à primeurs de raisin et sur la nécessité de cesser cette culture chauffée, pour arrêter les progrès du mal.

M. Bonnet informait la Société de l'invasion du mal dans le département du Doubs, et M. Bouchardat constatait la présence de l'oïdium sur les échantillons envoyés par ce correspondant.

Le 13 août suivant (1851), M. de Mortemart, membre de la Société impériale et centrale d'agriculture, indiquait, au retour de son voyage en Italie, les ravages exercés par l'oïdium dans les différentes parties de cette contrée.

En Toscane, on ne comptait guère que sur un tiers de la récolte; dans plusieurs vignobles, le champignon, apparaissant en poussière blanchâtre sur les raisins, les feuilles et les branches de l'année, semblait avoir arrêté tout développement de la vigne. Dans la vue d'amoindrir ses ravages, les vignerons avaient enlevé les feuilles, mais sans produire de résultat utile. La récolte presque

tout entière était perdue dans quelques parties du Pisan.

Les vignes étaient généralement en meilleur état dans le Lucquois, tandis que, dans les parties basses et voisines de la mer, aux environs de Via Reggio, elles étaient dans un état déplorable.

On trouvait, sur le territoire de Pietra Santa, des ceps malades et d'autres sains dans les mêmes vignobles. Les échantillons de cette localité, apportés à la Société centrale, provenaient de la propriété de M. de Mortemart. L'opinion des savants naturalistes du pays était alors que des nuages chargés de sporules de la cryptogame avaient répandu ces funestes semences sur les vignobles.

Le 9 juin 1852, M. Heuzé et M. Martins annonçaient la réapparition de la maladie et de l'oïdium, qui sévissait en diverses localités des environs de Paris, dans le centre de la France, ainsi que dans les vignobles de Montpellier. Le 25 août de la même année, les vignes de Thomery étaient envahies à leur tour.

II.

Envahissement des vignobles.

Depuis sa première apparition dans les serres de Margate, en 1845, la maladie se répandit en France, vers le mois de juin 1848, et d'abord dans les serres du baron de Rotschild, à Suresnes, puis

sur les treilles et les ceps de vignes de Puteau, Charonne, Bagnolet, dans les jardins de Paris, de Versailles et des environs. De 1849 à 1851, elle s'étendit avec une alarmante rapidité aux départements des Pyrénées-Orientales, des Pyrénées, de la Haute-Garonne, de l'Aude, de l'Hérault, du Gard, de l'Isère; on la vit apparaître dans le Jurançon, la Provence, le Beaujolais, etc. Les vignobles rapprochés de la Méditerranée souffrirent plus fortement de ses atteintes. Dans certaines localités les vignerons crurent leurs vignes entièrement détruites, et Mgr l'évêque de Montpellier ordonna des prières publiques, qui eurent lieu dans toutes les églises de son diocèse, pour conjurer le fléau.

De plus grands ravages signalèrent ce désastre vers la fin de l'année 1851 en Italie et dans la Hongrie presque tout entière; la maladie se propagea dans le Tyrol et la Suisse, et pénétra même dans le pays de Bade et le Wurtemberg. Traversant la Méditerranée, la pernicieuse influence se répandit dans les départements de l'Algérie, apparut en Syrie et dans l'Asie Mineure.

Les viticulteurs les plus éclairés et la plupart des botanistes de ces diverses contrées sont aujourd'hui d'accord pour reconnaître que les causes de la maladie, développées d'abord dans les serres et sur les espaliers, se sont répandues de là dans les vignobles.

Ses progrès ont été plus rapides et ses ravages plus grands partout où l'humidité fut plus forte et la température plus élevée : ainsi les serres humides et chaudes ont présenté le maximum d'intensité du mal et les conditions les plus favorables de propagation; d'un autre côté, les parties méridionales de la France et les vignobles de l'Italie ont été plus rapidement envahis que les parties centrales de la France, la plupart presque totalement encore exemptes du mal, notamment les départements de la Marne, de la Côte-d'Or, etc.

III.

Caractères distinctifs.

Au milieu de quelques variantes dont nous dirons l'aspect, l'origine et les causes probables, on reconnaît à la maladie de la vigne des caractères communs accusant l'effet d'une même influence générale graduellement répandue.

C'est principalement sur la grappe, et plus particulièrement encore sur les fruits récemment formés (voy. fig. 4, pl. V), que les caractères distinctifs se montrent le plus prononcés et le plus faciles à saisir, soit à l'œil nu, soit au moyen d'une simple loupe.

Dès les premiers moments de l'attaque des grains verts du raisin, on peut discerner une mince couche blanchâtre, semblable à une efflores-

cence légère. En interposant ces parties entre l'œil armé d'une loupe et la lumière, on aperçoit souvent une multitude de petits filaments redressés perpendiculairement à la superficie du fruit (fig. 9, pl. V).

Bientôt chacun des grains envahis présente quelques points bruns plus ou moins foncés, parfois rougeâtres sur certaines variétés attaquées aux approches de la maturité du fruit.

En tous cas, ces points forment une petite saillie (pl. V, fig. 6), et se disposent en séries suivant des lignes plus ou moins sinueuses. Ces sortes de taches saillantes, ponctiformes, persistent une fois produites, et l'une de leurs lignes détermine en général la direction de chaque fente qui opère ultérieurement une solution de continuité dans la pellicule ou l'épiderme enveloppant le fruit.

Les fentes linéaires qui se prolongent dans un seul sens (fig. 5, *b*) ou dans deux directions se coupant à angle droit ne tardent pas à s'entr'ouvrir (*c*), et l'on voit bientôt (fig. 5 *bis*) la pulpe ou le tissu cellulaire intérieur, ainsi que les pepins, apparaître en partie à nu dans la fente ouverte.

Ces altérations évidentes n'ont pas toujours lieu sur tous les grains de la même grappe ni sur toutes les grappes d'un même cep ; le plus ordinairement, au contraire, une différence d'exposition a suffi pour exempter les vignes des atteintes du

mal : par exemple, on ne voyait aucune trace de la maladie sur la partie d'une treille ayant contourné l'angle d'un mur et s'appliquant sur une face formant un angle droit avec l'espalier principal, bien que celui-ci fût, sur l'autre face du mur, en proie à l'affection bien caractérisée. Il en est ordinairement de même des feuilles et des tiges, atteintes sur l'espalier, mais exemptes dans la partie du mur construite à angle droit.

La présence du mal sur les feuilles s'annonce par des taches blanchâtres, irrégulièrement réparties ; on la constate aisément, surtout lorsque la feuille est atteinte au printemps, à l'époque de ses premiers développements.

Le mal n'est pas aussi facile à reconnaître dès son début sur les feuilles, lorsqu'il sévit durant une saison plus avancée. D'ailleurs les signes caractéristiques de l'invasion sont très-généralement moins prononcés sur les feuilles que sur les grappes.

Les sarments (tiges et rameaux) attaqués sont tachés en brun, noir, orangé, ou rougeâtre, par points ou sur de très-petites surfaces (fig. 1 et 2, pl. I). Les taches sur les ceps fortement attaqués ont l'apparence d'une sorte de carbonisation ; elles se présentent de même sur les pétioles des feuilles et le pédoncule des grappes.

A l'ensemble de ces caractères on ne peut mé-

connaître l'existence de l'affection spéciale; on la reconnaît encore dans les formes variées qu'elle affecte en certaines circonstances.

Parfois l'espèce d'efflorescence blanchâtre manque sur les grains portant des traces évidentes d'altération, notamment sur les points bruns en saillie; mais c'est qu'alors des causes accidentelles, le frottement d'un corps quelconque ou une pluie battante ont enlevé cette substance légère peu adhérente à la superficie du raisin; en d'autres occasions, les grains ou fruits en voie de développement se flétrissent sous l'influence maladive ou se dessèchent sans se fendre; dans ce cas, c'est que la coïncidence d'une altération sur le pédoncule ou le sarment, empêchant l'accès de la séve vers le fruit, arrête la croissance; enfin si, comme l'a observé M. Louis Leclerc, l'efflorescence caractéristique est devenue brune ou rougeâtre, et ne présente plus les nombreuses fibrilles dressées, blanchâtres, on comprend que cette substance, étant elle-même en proie à une altération profonde, ait laissé intact le grain sur lequel elle repose, et qu'elle l'eût attaqué si elle eût conservé la vitalité et l'énergie parasite qu'elle possède à l'état normal, comme nous l'expliquerons plus loin.

Dans ce dernier cas, la substance *délétère* ayant perdu son activité, au moins dans les parties qui sont directement en contact avec la pellicule du

fruit, celui-ci peut quelquefois parcourir sans obstacle les phases de son accroissement normal et de sa maturation.

Des variations analogues dues à des causes semblables ont été observées sur les feuilles : en voyant des taches brunes ou jaunâtres signaler les effets de la maladie, malgré l'absence de la substance blanchâtre efflorescente légère, on peut admettre que des frottements accidentels occasionnés par le vent qui projette la pluie et les poussières, ou même qui froisse les feuilles les unes contre les autres, ont dû enlever les corps légers blanchâtres peu adhérents, après que ceux-ci ont exercé en partie leur action nuisible.

Ces variantes exceptionnelles dans l'aspect général des vignes envahies ne s'opposent pas à ce que l'on constate les caractères distinctifs bien plus généralement répandus, et nettement prononcés, qui accompagnent ou précèdent les premiers effets de l'affection spéciale.

Quant à la souche de la vigne, on n'y peut ordinairement découvrir d'indices certains du mal, lors même que depuis deux ans les grappes et les feuilles ont subi les altérations précitées. On ne saurait mettre en doute, cependant, les fâcheux effets que ces altérations produisent même sur la souche; car, en se prolongeant durant plusieurs années, elles troublent évidemment les mouvements de la

séve et s'opposent aux importantes fonctions des feuilles, elles altèrent profondément les actes essentiels de la nutrition végétale dans toutes les parties de la plante : les vives appréhensions des cultivateurs et des propriétaires sur l'avenir de leurs vignobles ne sont donc que trop bien fondées à cet égard.

IV.

Causes de la maladie.

Plusieurs causes secondaires ont concouru au vaste développement de la maladie des vignes ; la plus importante, sans doute, tient à la coïncidence extraordinaire d'une température douce dans des contrées où, comme en Angleterre et en France, l'humidité domine durant l'hiver en l'absence des gelées.

Tel fut en effet l'état de l'atmosphère pendant la plus grande partie des années, depuis 1845 jusques et compris 1853. Or l'apparition de l'affection spéciale dans les serres à culture forcée de la vigne, en Angleterre d'abord, puis en France, a révélé ce fait que la végétation parasite, l'une des causes du mal, devient active surtout et capable de produire rapidement une fructification d'une prodigieuse abondance lorsqu'elle se développe sur le raisin au milieu de l'air chaud et humide.

L'épidémie provient donc très-probablement

d'une végétation parasite favorisée par la température et l'humidité des serres où l'on force la production du raisin; mais il a fallu en outre cette autre coïncidence fatale d'une humidité et d'une température douce régnant avec une extraordinaire persistance pendant huit années consécutives. Il paraît évident d'ailleurs que la proximité des treilles exposées au midi compléta les conditions malheureusement trop favorables à la propagation du fléau.

Ainsi donc, un concours singulier de circonstances fortuites a, comme l'auraient pu faire difficilement les soins les plus minutieux, préparé l'*acclimatation* du dangereux parasite et la dissémination de l'énorme production de ses semences ou sporules.

Quant à la nature même et à l'espèce de la végétation qui attaque les vignes, aucune incertitude ne peut rester sur ce point après les savantes investigations de MM. le R. Berkeley, Montagne, Hugo Mohl, Amici, etc., etc.

C'est en prenant pour guides les publications de ces savants que nous allons décrire le champignon dont les organes microscopiques, filaments ou mycélium et granules reproducteurs, spores ou sporules, ne se voient à l'œil nu, sous forme de petites taches blanchâtres, que lorsqu'ils sont réunis ou agglomérés en nombre considérable.

Sur l'écorce encore verte des pousses de l'année, dit M. H. Mohl, il y a des places où la végétation du champignon (l'oïdium Tuckeri) a déjà commencé, et que l'on peut reconnaître, même avant que la présence du parasite soit manifeste, à une faible altération de la couleur première normale de ces jeunes pousses. A cette époque le champignon est formé d'un petit nombre de filaments extrêmement délicats, visibles seulement à l'aide d'une bonne loupe[1]. Ces filaments imperceptibles à la vue simple, semblables à des fils d'araignée, forment à la surface de l'épiderme une sorte de lacis ou plexus irrégulier.

A ces places envahies, et qui souvent n'ont pas plus de trois millimètres de diamètre, l'écorce présente une teinte plus sombre. Avec les progrès du mal les taches s'élargissent, se touchent ou deviennent confluentes, et acquièrent la teinte brune du chocolat par suite de la mort qui frappe les cellules superficielles.

L'examen au microscope montre que la décomposition ou altération des sucs, dont le changement dans la coloration des cellules malades est la conséquence, est bornée à la couche cellulaire la plus

1. C'est sans doute à l'impossibilité de discerner encore à l'œil nu l'oïdium Tuckeri qu'on doit attribuer la croyance de quelques vignerons, qui supposent que l'invasion du mal précède l'apparition du champignon.

extérieure, tandis que la couche la plus profonde des cellules corticales, et le jeune bois lui-même, restent parfaitement sains.

Lorsque la feuille est atteinte dès le moment où elle commence à se développer, ce qui n'arrive guère, suivant M. L. Leclerc, que la deuxième année de l'invasion dans les vignobles, les effets du mal sont faciles à reconnaître : les taches blanchâtres anormales produites par le mycélium ou les filaments non fructifères de la cryptogame (pl. V, fig. 11, 12 et 13) frappent tous les yeux.

Il n'en est plus de même lorsque la feuille est tardivement envahie. Ordinairement attaquée sur sa face supérieure, ce n'est qu'à la longue que le mal se trahit, bien que le mycélium y soit déjà développé, formant un lacis irrégulier, mais peu serré jusque-là. Dans ce cas la feuille peut encore paraître verte et lisse; mais souvent elle est parsemée de taches jaunâtres isolées ou confluentes; parfois aussi des taches brunes foncées apparaissent et tranchent sur la coloration blanchâtre du duvet recouvrant la face inférieure du limbe. Quelquefois, enfin, la feuille se crispe, se flétrit et tombe desséchée.

Le mycélium développé sur les feuilles pousse perpendiculairement aux deux faces du limbe ses tigellules fructifères, mais en nombre bien moins considérable que sur les grains du raisin.

Si la maladie était limitée à ses effets sur les jeunes pousses, elle serait sans gravité aucune, puisque la couche superficielle de l'écorce finit par se détacher et doit tomber l'année suivante[1].

L'invasion des feuilles par l'oïdium ne présente pas non plus de dangers immédiats; il en est tout autrement de l'attaque des fruits par l'oïdium, et celle-ci précède souvent les deux autres.

Voici comment M. Hugo Mohl expose ses observations sur ce point important:

Ce n'est que la couche la plus superficielle de la baie qui se trouve affectée au commencement, et alors les parties intérieures restent complétement saines, autant du moins qu'il est possible d'en juger par une inspection attentive sous le microscope.

Mais les phénomènes qu'offrent les grains malades sont très-différents selon l'époque depuis laquelle ceux-ci sont atteints comme aussi suivant que l'invasion et la propagation du champignon parasite sont plus rapides, plus étendues ou, au contraire, plus restreintes.

Si les grains du raisin sont fortement attaqués

1. Cependant M. Leclerc a vu dans les vignobles du Roussillon, de Frontignan, de Lunel, des sarments, en très-grand nombre, complétement bruns, desséchés, fragiles, frappés de mort au tiers supérieur, bien que dans les années précédentes les attaques de la cryptogame n'eussent été que superficielles dans les mêmes lieux.

avant d'être parvenus à la moitié de leur grosseur normale, ils se gercent, se fendent suivant la longueur (fig. 5 et 5 *bis*, pl. V), et s'entr'ouvent en deux ou plusieurs fragments, par la raison que leur couche externe ou pellicule épidermique étant affectée, ne peut plus continuer sous l'influence du champignon parasite, à se développer, comme dans l'état normal, dans la proportion de l'accroissement du parenchyme.

Il en résulte que les pepins, qui se développent encore, bien qu'imparfaitement, se dénudent (fig. 5 *bis*), comme les graines dans la capsule déhiscente d'un fusain.

Les grains ainsi entr'ouverts sont bientôt incapables d'un développement ultérieur : si on les laisse en place, ils restent rabougris jusqu'à une époque avancée de l'automne et finissent par pourrir et se dessécher.

Si les grappes sont attaquées seulement vers l'automne, c'est-à-dire lorsque le raisin a pu acquérir presque tout son développement, les résultats sont bien différents : cela est facile à comprendre, car alors l'influence du champignon sur la couche superficielle est trop faible pour empêcher le fruit d'atteindre sa maturité et ses dimensions ordinaires, lors même que la rafle aurait été assez fortement atteinte par l'oïdium.

Entre les deux cas extrêmes que nous venons

d'examiner, il y a naturellement une foule de degrés intermédiaires dans lesquels les raisins ne crèvent pas, il est vrai, mais sont arrêtés dans leur croissance, ne peuvent arriver à maturité complète, et se trouvent perdus pour la consommation. Ordinairement, à la première époque de l'invasion, on aperçoit un point blanchâtre sur le grain de raisin. Ce point s'élargit en rayonnant, suivant des directions irrégulières. Le mycélium (filament blanchâtre) et les tigellules portant les organes reproducteurs, spores, cessent quelquefois de s'accroître sans qu'on en devine la cause; souvent, au contraire, on voit ces productions s'étendre rapidement et couvrir bientôt presque tout le fruit.

Les filaments stériles ou le mycélium de la plante parasite fixés sur la pellicule par des points d'attache, qui ne pénètrent pas au delà de l'enveloppe, donnent naissance aux tigellules redressées et fructifères (pl. V, fig. 11), serrées les unes près des autres. Ces tigellules sont cloisonnées ou divisées par des cloisons ou diaphragmes perpendiculaires à leur axe. Le bout supérieur libre s'arrondit en une sorte d'ellipsoïde (*cc*), se détache à la maturité, glisse, tombe ou est enlevé par les moindres mouvements de l'air ambiant.

Parfois cette fructification est tellement active sous l'influence de la température douce (16 à 25°) et de l'humidité, que la deuxième, la troisième et

plusieurs autres divisions supérieures des tigellules grossissent en même temps que la première, et se détachent encore unies ensemble, formant alors une sorte de chapelet (pl. V, fig. 12). Chacun de ces corpuscules ovoïdes est la semence (la spore ou grain) reproductrice du champignon appelé oïdium.

Cette semence est si petite qu'elle échappe à la vue simple : ses dimensions, évaluées sous le microscope, ne dépassent pas, en effet, un demi-centième ou de trois à cinq millièmes de millimètre.

Lorsque ces spores se trouvent portées sur une surface favorable à leur développement, par une température d'au moins quinze degrés centésimaux, accompagnée d'une humidité suffisante, elles *germent* aussitôt : une espèce de bouton irrégulier (pl. V, fig. 12 et *c* fig. 13) forme une saillie ou hernie à l'un des bouts de l'ellipsoïde, et ce bouton s'allonge immédiatement en un filament rampant qui constitue l'origine du mycélium.

Celui-ci, une fois développé, a la propriété de reproduire ou de propager le champignon tout entier; en effet, le mycélium, à l'état normal ou même réduit par la dessiccation à l'état d'un flocon imperceptible, formera, s'il est mis dans les conditions favorables de chaleur et d'humidité, la souche de véritables boutures qui ne tarderont guère à pousser des tigelles rampantes (pl. V, fig. 7, *a*, *a*); celles-ci donneront bientôt naissance à des tigel-

lules dressées et fructifères produisant à leurs extrémités supérieures les spores isolées ou réunies en chapelets, dont nous venons de décrire la formation, et qui arrivent successivement à maturité.

M. Amici, de Florence, dont chacun connaît le talent d'observation, a fait représenter par des modèles en cire les altérations de la vigne telles qu'on les voit, soit à l'œil nu, soit sous de fortes amplifications à l'aide du microscope.

M. de Jussieu, en rendant compte à la Société impériale et centrale d'agriculture de la Notice de M. Amici, ajoutait : « Quand on se rappelle la merveilleuse puissance de ses microscopes, et le talent avec lequel il sait s'en servir, on doit s'attendre à des résultats aussi exacts qu'intéressants. »

« La vigne malade, dit le savant italien, se couvre de moisissure, dont une s'offre plus constante et plus abondante. C'est un réseau de filaments blancs, rameux, cloisonnés, étendus sur la surface laquelle ils se fixent çà et là, et duquel s'en élèvent d'autres redressés, terminés par une série de globules blancs en chapelet. Cette végétation offre les caractères de l'oïdium Tuckeri[1]. »

1. M. Amici vit, en outre, à l'extrémité de certains filaments redressés se développer une sorte de capsule jaunâtre remplie de corpuscules ovoïdes qui finissent par s'échapper de la capsule crevée. « Ce sont là, ajoute-t-il, de véritables spores : en germant, elles reproduisent la plante. »

En voyant ces facultés puissantes et rapides de reproduction, on s'explique facilement la prodigieuse étendue que dans certains cas l'infection peut envahir en quelques jours.

Le premier effet du mycélium, dès qu'il est adhérent au raisin, est de le piqueter de points bruns (ou rougeâtres, si la maturité du raisin est prochaine), formant autant de saillies sur la pellicule (pl. V, fig. 6). Nous avons vu plus haut les variations qui se manifestent dans les effets ultérieurs de la maladie.

Quant aux exemples d'invasions rapides et destructives, ils sont nombreux et prennent parfois les proportions de véritables désastres. M. Leclerc a vu sur plusieurs points des variétés de cépages, précieuses pour la qualité et l'abondance de leurs produits, envahies tout à coup, perdre leurs feuilles en quinze jours, après être demeurées saines jusqu'au mois d'août entre des vignobles profondément infectés.

De l'ensemble des faits et des investigations approfondies que nous venons d'exposer, il résulte évidemment que la maladie de la vigne s'est cantonnée et concentrée d'abord dans des serres où la chaleur et l'humidité, forçant la production du raisin, avaient aussi développé prodigieusement ses semences encore imperceptibles, entraînées comme les plus fines poussières, comme les mini-

mes globules des brouillards dans l'air atmosphérique en mouvement; que le mal s'est propagé à la façon des différents phénomènes météoriques; que dans tous les lieux où la maladie a sévi sur les vignes, le champignon parasite a manifesté sa présence avec le cortége des altérations successives qu'il avait occasionnées dans les serres, et qu'il a apportées à sa suite sur les treilles et dans les vignobles; que les conditions de température douce et d'humidité ont constamment favorisé le développement du champignon avec la propagation du mal.

Pourquoi donc se refuserait-on à reconnaître, avec beaucoup de savants observateurs, l'une des principales causes du fléau dans le développement extraordinaire de l'oïdium Tuckeri, du parasite spécial à la vigne, et surtout à ses jeunes fruits?

Si des doutes restaient encore, ils cesseraient probablement après une discussion sérieuse des autres hypothèses et après la réfutation facile des préjugés plus ou moins accrédités dans les campagnes. Les doutes sembleraient devoir disparaître, en tous cas, en présence des expériences positives rapportées plus loin et constatant d'une manière irrécusable que, si le champignon est détruit ou enlevé dès ses premières atteintes, l'effet cesse aussitôt, la végétation devient luxuriante, les fruits se développent, mûrissent et se colorent; en présence surtout de cette cure complète

réalisée sur toute une partie des ramifications d'un cep, tandis que l'autre partie du même pied de vigne, abandonnée aux étreintes du parasite, n'offre bientôt plus dans ses grappes et ses feuilles flétries que le déplorable spectacle de la destruction.

V.

Hypothèses et préjugés.

Les hypothèses gratuites ou mal justifiées n'ont pas fait faute aux observateurs superficiels. Nous essayerons de réfuter les principales.

Quant aux préjugés divers que l'apparition soudaine de ce mal insolite a fait naître dans l'esprit des paysans peu instruits, observateurs plus superficiels encore, car ils sont dénués des secours de toute science personnelle, nous nous contenterons de les citer et de les rapprocher les uns des autres pour les réfuter complétement.

Au nombre des principales hypothèses non justifiées, nous indiquerons :

1° La dégénérescence générale des cépages ;

2° Au contraire, l'excès de santé, sorte d'état pléthorique de cette plante ;

3° Les attaques des insectes.

Dégénérescence générale des cépages. — L'opinion qui admet la dégénérescence de la vigne n'est pas mieux justifiée que celle qui soutint, assez gé-

néralement d'abord, puis plus faiblement chaque année ensuite, la dégénérescence de la pomme de terre ; les mêmes faits bien constatés dans une foule de localités différentes ne peuvent se concilier avec cette hypothèse, et démontrent qu'elle n'a ien de réel.

Comment admettre, pour l'une ou l'autre de ces plantes, qu'elle serait dégénérée par places irrégulières et variables chaque année dans un même champ, qui contient le même plant sur toute son étendue?

Comment supposer raisonnablement que la dégénérescence cesserait, au moins dans tous ses prétendus effets, durant une année, sur tout le territoire d'une commune, pour reparaître l'année suivante?

Comment expliquer le fait certain d'une vigueur aussi grande de la végétation, d'une abondance aussi forte et d'une qualité aussi bonne de la production dans les terres convenablement cultivées et exemptes des atteintes du mal, si la plante avait réellement éprouvé une dégénérescence quelconque?

Pourquoi les signes de la dégénérescence se manifesteraient-ils plus fortement sous certains climats bien connus pour être des plus favorables à la végétation de la vigne?

Rien absolument ne saurait justifier une hypothèse aussi contraire au plus grand nombre des faits.

Cependant certains sols, pour les vignes comme pour les pommes de terre, comme pour les betteraves, sont réellement devenus moins productifs, et ont dû laisser ces plantes affaiblies par le défaut de réparation convenable dans les aliments dont les sols s'épuisent, ou par le fait d'un assolement défectueux qui hâte cet épuisement. On comprend que, dans ces conditions, les cultures deviennent moins productives qu'autrefois, et que les végétaux soient plus exposés, par leur faiblesse même, aux attaques des parasites comme à toutes les influences défavorables qu'une végétation vigoureuse serait capable de supporter.

On sait parfaitement d'ailleurs qu'il existe des exemples certains de dégénérescence qui obligent les agriculteurs à renouveler ou échanger leurs plants ou leurs graines, comme cela se remarque pour les lins de Riga semés en France et en Belgique; mais ces phénomènes de dégénérescence sont réguliers et affectent des relations évidentes avec les terres, les climats ou les expositions; leurs conséquences ont été bien observées, et l'on sait comment les prévenir.

Ce sont sans doute les observations relatives aux faits de ce genre qui ont donné lieu aux premières idées émises sur la cause des maladies de la pomme de terre et de la vigne. Des faits plus nombreux et absolument contraires, à l'égard de la

vigne, ont détrompé la plupart des personnes qui avaient admis cette hypothèse.

Nous verrons plus loin qu'il faut tenir grand compte cependant des causes locales d'affaiblissement des végétations et de diminution du produit des cultures, et qu'on doit avoir recours aux procédés que la science indique pour rendre au sol sa puissance et sa fertilité primitives.

Excès de santé ou état pléthorique de la vigne. — Quelques essais de taille et des observations restreintes ont donné lieu à cette singulière hypothèse, qui eut bien peu de partisans[1]. Une foule de faits montrant les vignes affaiblies en proie aux atteintes du mal, et, parmi les plants à végétation luxuriante, les uns fortement atteints et endom-

1. Voici ce que dit, avec une logique parfaite et dans un élégant langage, M. L. Leclerc, touchant l'hypothèse de l'état pléthorique :

« Cette année (1852) la végétation de la vigne s'est montrée forte et vigoureuse aux lieux mêmes où elle fut le plus maltraitée en 1851 ; partout la vigne est *gaillarde*, comme disent les ouvriers.

« Eh bien! quelques personnes ont trouvé dans cette richesse, dont s'est revêtu l'arbuste, une circonstance aggravante, une preuve de plus que la constitution est fortement altérée. Je dois avouer que ceci dépasse les limites de ma faible raison, et qu'il m'est encore impossible d'admettre qu'un végétal soit malade précisément parce qu'il se porte très-bien. Le jardinier se plaint de ses arbres lorsqu'ils lui donnent trop de bois et de feuillage ; il aimerait mieux plus de fruit, but unique de son intelligent travail ; mais cette verdure qui lui est inutile à lui jardinier, ne lui inspire jamais d'inquiétude sur une santé bien évidemment florissante. L'état maladif des végétaux se révèle par des symptômes auxquels le cultivateur ne se méprend point. »

magés par l'oïdium, les autres exempts d'altération par une conséquence toute naturelle des hasards de la dissémination, enfin la guérison des parties affectées lorsqu'on parvient à enlever le parasite ou à entraver son développement, ont en général suffi pour réfuter cette opinion.

Quant aux essais de taille, nous en dirons un mot en traitant des moyens de combattre la maladie.

Attaque des insectes. — C'est encore une hypothèse inadmissible, car elle ne s'appuie que sur des observations exceptionnelles. Le plus grand nombre, presque la totalité des vignes envahies par le mal se sont trouvées exemptes de la présence des acarus. Un ou deux faits locaux seulement avaient fourni à deux ou trois observateurs l'occasion de concevoir et de publier cette opinion très-généralement abandonnée aujourd'hui.

La vigne a sans doute pour ennemis bien connus plusieurs insectes : notamment la pyrale, dont on débarrasse les ceps par l'ingénieuse et simple méthode de Raclet, opération dite de l'*ébouillantage* (ou versement d'eau bouillante), et l'altise bleue, qui exerça l'année dernière de grands ravages dans les vignobles du Bordelais et dans quelques vignobles des bords de la Méditerranée ; mais ces altérations n'ont rien de commun avec la maladie spéciale de la vigne.

Influences du gaz d'éclairage. — Pour faire justice du préjugé, il suffirait d'énoncer une hypothèse de cette nature qui admet une coïncidence fortuite dans une seule localité comme la cause réelle et générale de la maladie des vignes.

Toutefois il ne serait pas inutile de prémunir les gens des campagnes par tous les moyens d'instruction, soit par des publications spéciales, soit par la voie de l'enseignement public, contre de pareils préjugés.

Ce serait souvent un moyen efficace de prévenir ou de faire cesser une des causes de certains obstacles qui s'opposent en France et dans d'autres pays civilisés à la propagation des découvertes utiles. Des préjugés aussi absurdes ne sont peut-être pas étrangers à certaines entreprises criminelles contre les chemins de fer, les télégraphes électriques, que des populations ignorantes ont également accusés, ainsi que la vapeur des locomotives ou d'autres machines, d'exercer certaines influences fatales à leurs récoltes, à la santé ou à la vie de leurs bestiaux.

Ces croyances populaires prennent un caractère plus grave lorsque des publications entachées d'une profonde ignorance, mais affectant quelques dehors scientifiques, viennent leur prêter appui et faire dire aux paysans qu'ils avaient bien raison, puisqu'on a imprimé ce qu'ils pensaient.

On trouve effectivement les passages suivants dans une brochure citée par M. L. Leclerc, intitulée : ***Étude de la maladie de la vigne***, et qui se vend à Lyon : « .... diverses causes qui se condensent en vapeurs.... Si ces causes pernicieuses et « dévastatrices étaient connues, le gouvernement « n'hésiterait pas à les frapper et à les condamner « à une suppression complète.... Si l'habitant des « campagnes, si ces hommes qui ont chaque jour « le front courbé vers la terre.... n'avaient, guidés « par leurs instincts, accusé le gaz d'être la cause « qui détruit nos produits vinicoles, je n'oserais « pas.... accuser aussi le gaz et ses émanations fé- « tides d'être la cause de l'épidémie...; mais au- « jourd'hui, après l'étude que j'ai faite de la ma- « ladie, tant à l'œil nu qu'au microscope, après « avoir observé le résidu provenant des matières « qui ont formé le gaz; après des expériences que « la chimie peut-être ne repousserait pas, tout « concourt à me convaincre que le gaz, joint à « d'autres émanations, telles que l'acide sulfurique, « le phosphore, etc., etc., sont la cause première « qui lui a donné naissance. J'ai trouvé dans le « résidu du gaz la vivacité de nuances et de cou- « leurs, la couche cristallisée avec ses aspérités « brillantes, comme je les ai observées sur la « feuille de vigne, le raisin et la grappe.... »

Un pareil langage, avec ses mots empruntés au

vocabulaire de la science, et malgré les non-sens scientifiques répandus dans toutes les phrases de l'auteur, M. Étienne Lapierre, qui a bravement ou ingénument signé son livre, un pareil langage ne doit-il pas affermir les malheureux vignerons illettrés dans leurs préjugés ridicules? et n'aurait-on pas à craindre que plus tard le préjugé, devenu une ferme conviction, ne se traduisît en certaines circonstances par des actes coupables?

Pour un grand nombre de gens des campagnes, la cause générale de presque toutes les maladies des plantes réside dans un *mauvais air*, un *vent malsain*, un *brouillard particulier*, dont ils ont souvenance. Ils se figurent que les vignes malades par de semblables causes peuvent à leur tour compromettre la santé des hommes; ils n'osent en approcher, ou du moins y séjourner quelques heures, et se plaisent à citer des exemples imaginaires, prouvant, disent-ils, les dangers qu'ils redoutent.

VI.

Circonstances favorables à la propagation de la maladie.

Dans les lettres adressées et les communications faites à la Société impériale et centrale d'agriculture, à la Société impériale d'horticulture de Paris et centrale de France, à la Commission des vignes du Luxembourg, comme aussi dans les observations

recueillies et les faits observés directement en Italie par M. de Mortemart, en France et à l'étranger par M. L. Leclerc, etc., un fait constant se révèle, c'est le développement considérable, la fructification prodigieuse de la cryptogame parasite dans les vallées riches, humides et chaudes. Déjà, en 1851, on avait constaté un état plus grave de l'affection spéciale répandue sur les vignes dans les terres basses et humides. M. le consul de France en Toscane disait dans une dépêche, le 25 octobre 1851 : « On a constaté dans toute la Toscane que les vignes situées dans un sol bas et humide ont été beaucoup plus maltraitées que celles qui croissent sur les hauteurs. Les vignobles des collines n'ont pas, il est vrai, été entièrement épargnés, mais ils n'ont été atteints que partiellement et d'une manière moins intense. »

On a remarqué d'ailleurs que très-généralement les parties basses sont envahies les premières et affectées plus profondément; que le mal, s'il ne ménage complétement les parties élevées, y sévit peu ou bien moins fortement.

Dans les sols bas, humides, profonds, sous une température élevée, l'oïdium retrouve des conditions analogues à celles qui ont activé sa production et son énorme fructification sur les vignes des serres à culture forcée. Parmi ces vignobles, domaine de prédilection de l'oïdium, on voit souvent

les raisins comme saupoudrés d'une substance farineuse d'un blanc grisâtre. C'est qu'alors la végétation cryptogamique, ayant abondamment fructifié, est elle-même toute recouverte par des amas pulvérulents composés de myriades de spores.

Au moindre souffle, le vent enlève de ces centres actifs de production des nuages de la poudre séminifère, qu'il va porter au loin sur les vignobles à toutes les hauteurs, suivant des directions irrégulières comme tous les courants d'air, que le moindre obstacle détourne sans les arrêter.

M. L. Leclerc a observé ces circonstances réunies dans les vignes des localités humides environnant Pauillac, où les grappes en grand nombre se montraient comme *enfarinées* de la poussière parasite; de là celle-ci paraît s'être répandue sur le beau vignoble en grand renom qui fut le premier infecté dans le Médoc.

Des faits très-nombreux de ce genre, ainsi que les observations analogues relatives à la production maladive dans les serres et à sa dissémination sur les treilles et dans les jardins, ont amené généralement chez les vignerons et les horticulteurs la conviction, sans doute bien fondée, que les températures atmosphériques élevées, coïncidant avec l'humidité locale, ont déterminé partout les premiers développements, la fructification abondante et la désastreuse propagation du champignon parasite.

Souvent des conditions en apparence opposées ont concouru aux mêmes effets : ainsi l'on a vu parfois un épais feuillage garantir les grappes sous-jacentes. Il est dès lors tout naturel qu'en enlevant les feuilles on ait fait disparaître ensuite avec elles la cause du mal, et que la maturation normale du raisin ait pu s'accomplir. Dans une autre occasion en apparence semblable, les feuilles avaient pu être enlevées dans la même intention de favoriser la maturité du raisin par une meilleure insolation, mais on comprend que si la semence délétère, transportée par les vents, est arrivée *après* cette opération, elle a dû se déposer sur les grappes privées d'abri et répandre sur elles les germes de la maladie.

C'est peut-être un phénomène accidentel de ce genre qui a pu faire croire à l'influence tellement préjudiciable, disait-on, d'un excès de vigueur, qu'elle constituerait la cause même du mal : en effet, pour combattre cette influence imaginaire, on a retranché par la taille une grande partie des rameaux, et du même coup diminué considérablement les surfaces qui pouvaient recevoir les spores infectantes. Les nouvelles pousses de la vigne ont pu se trouver exemptes des atteintes de la maladie, par la raison toute simple qu'elles n'étaient pas encore développées à l'époque de la dissémination des germes.

Quant à l'influence utile des abris, elle semble ressortir évidente d'un fait observé par M. Savina, et que nous rapporterons parmi les moyens de combattre ou d'atténuer les effets des attaques de l'oïdium.

VII.

Variétés diversement attaquables par la maladie.

M. Bouchardat, dans un mémoire présenté en 1851 à l'Académie des sciences, faisait remarquer que les raisins les plus ménagés, et malheureusement ce ne sont pas les meilleurs, forment le groupe le plus naturel; ce sont ceux que l'Amérique avait envoyés à la collection du Luxembourg. Parmi les cépages de cette région complétement exempts des atteintes du mal, on peut citer le *catawba rose*, le meilleur des raisins d'Amérique, l'*isabelle*, le *whitefox*, l'*york-madiera noir*, le *vitis muncy red* (rouge) pâle.

La plupart des cépages de Hongrie, d'Espagne et d'Italie, nombreux dans les vignes du Luxembourg, ont été fortement atteints.

Parmi les plants les plus ménagés on remarque le *dolceto* du Piémont, les zozza szölö et le vörös szölö de Grèce.

Le petit *riesling* fut gravement attaqué, tandis que l'*ower* du Rhin a peu souffert.

Parmi nos cépages de la même collection, les groupes naturels, fondés sur des caractères importants, tels que les *muscats*, *chasselas*, *teinturiers*, furent atteints d'une manière uniforme par la maladie. Les groupes moins naturels, tels que les *pineaux*, *gouais*, *sauvignons*, ont présenté des anomalies remarquables.

Toutes les variétés des muscats ont été fortement attaquées.

Aucune variété parmi les *chasselas* n'a été épargnée.

Les variétés comprises dans le groupe important des *malvoisies*, provenant de presque toutes les contrées viticoles de l'Europe, ont toutes été atteintes.

Le groupe des raisins teinturiers n'a présenté également que des variétés affectées de la maladie.

Les cépages les plus productifs, qui donnent les vins à distiller, ont tous eu beaucoup à souffrir. Ce sont notamment les *folles blanches*, d'où se tirent nos bonnes eaux-de-vie, des Charentes; les *aramonts* et les *férets-bourets*, qui constituent les cépages les plus productifs du midi, la plupart des *picpouilles* et des *clairettes* indigènes et exotiques, presque toutes les variétés des *melons*, des *tresseaux* et des *gouais*, vignes productives du centre.

Parmi les cépages qui fournissent nos vins fins, on trouve, dans la même collection, des variétés

fortement atteintes, en particulier les pineaux qui donnent les grands vins de Bourgogne et de Champagne, et comprennent les divers plants dits *montrachet*, *pineau blanc*, *chardenet*, *aunis*, *beaunois*, le franc pineau noir, etc., et les variétés grises appelées *bucrot*, *pineau gris*, pineau cendré, pineau rouge.

Quatre ceps de pineaux à gros grains, les pineaux d'Aunis et de nissite, analogues aux pineaux des grands vins, ont été comparativement épargnés.

Parmi les cépages de Bordeaux, de la collection du Luxembourg, les *cots* ont paru offrir une résistance remarquable à la maladie.

Les vignes de l'Hermitage, qui donnent à ce beau vignoble un renom mérité, la grosse et la petite *sirah*, la grosse et la petite *roussane* ont été fortement affectées ; la marsanne et la grosse serine de la Côte-Rôtie ont été comparativement épargées.

Depuis l'invasion de l'oïdium, M. Pépin à également observé que la variété d'Amérique, introduite il y a trente ans, et connue en France sous les noms de vigne de Massachusets, puis d'Alexandrie ou isabelle, cultivée dans les jardins pour la couleur et l'arome prononcé de ses fruits, avait été exempte des atteintes de la cryptogame parasite, peut-être en raison de son épais feuillage *cotonneux* sous le limbe où les stomates sont en plus grand nombre.

Le même observateur a remarqué d'autres vignes, des genres voisins, originaires des États-Unis, qui sont restés intacts parmi les vignes européennes envahies [1].

VIII.

L'oïdium Tuckeri attaque-t-il les cultures rapprochées des vignes?

La question importante de la propagation de la maladie des vignes parmi les cultures environnantes semble devoir être résolue négativement. On peut citer à cet égard les observations faites par M. Hugo Mohl et desquelles il conclut que l'oïdium Tuckeri, ou champignon de la vigne, ne se communique pas aux autres plantes. A cette occasion, le savant botaniste rapporte le cas de rameaux de l'Ampelopsis quinquefolia qui s'entrecroisaient avec ceux d'une vigne très-gravement malade, et qui ne furent pas infectés. Ainsi que l'a fait observer M. Montagne, c'est là une remarque curieuse en ce qu'elle vient confirmer les observations recueillies par M. Bouchardat dans la collection des vignes du Luxembourg, en constatant que les

1. Il cite notamment comme préservés du mal jusqu'à ce jour, dans le genre *Vitis* (vigne), les *Vitis labrusca*, *vulpina* (*cordifolia*), *Virginiana.* Dans les genres *Ampelopsis* et *Cissus*, *l'Ampelopsis bipinnata,* le *Cissus quinquefolia* (vigne vierge); enfin le *Cissus heterophyllus* du Japon et le *Cissus orientalis.*

plants américains ont été presque partout et presque tous exempts des atteintes du champignon.

M. Hugo Mohl pense d'ailleurs que l'oïdium Tuckeri doit être considéré comme la cause plutôt que comme l'effet de la maladie : il se fonde en partie sur ce fait, que le champignon est plutôt ectophyte qu'entophyte; il compare son action à celle de l'Acklya prolifera sur les poissons de nos rivières et de nos étangs.

IX.

Moyens de prévenir ou de combattre la maladie.

Déjà un grand nombre d'expériences ont été entreprises dans la vue de prévenir le développement même de la maladie ou de la combattre en arrêtant ses progrès sur les vignes envahies, et en sauvant la récolte.

D'incontestables succès ont été obtenus dans cette voie; mais on reproche aux personnes laborieuses qui ont inventé ou perfectionné ces méthodes d'employer des moyens et des agents trop dispendieux.

De pareils reproches, on peut le dire, sont prématurés; il serait fâcheux qu'ils eussent pour résultat de décourager les expérimentateurs et de nous priver, pour longtemps peut-être, des procédés efficaces et économiques qui semblent, dès

aujourd'hui, pouvoir récompenser les efforts et surtout la persévérance des hommes de travail et d'études engagés dans ces pénibles recherches expérimentales.

Quelle est donc, parmi les plus importantes applications industrielles, la découverte qui soit sortie tout armée du cerveau d'un inventeur, sans donner prise à la critique, toujours facile dans ce cas?

Quel est donc le procédé nouveau qui ait été produit immédiatement dans des conditions économiques?

Serait-ce l'extraction du sucre indigène, qui, faisant d'abord fausse route, s'adressait au jus du raisin, et donnait des produits sucrés, il est vrai, mais mal connus, tout différents du sucre de canne, et bien inférieurs, quel que fût leur degré d'épuration, au véritable sucre?

Cependant la grande conception était réalisable : mieux dirigée au flambeau de la science, marchant avec courage au travers des objections, des critiques et des sarcasmes jetés sur sa route, s'emparant du sucre que forme la betterave, elle est allée prendre corps à corps l'antique et riche sucrerie coloniale qui la méprisait; puis, bientôt, la forçant enfin de compter avec elle, d'abaisser ses prix, d'améliorer ses méthodes elle parvint même à s'installer, à s'essayer du moins, sur le sol britannique! Allant, à son tour, attaquer aux lieux mêmes de leur

naissance les plus vivaces préjugés qui l'eussent accueillie et poursuivie, elle parvenait à les vaincre en leur offrant ses ingénieux et économiques moyens, qu'ils ont acceptés après les avoir si longtemps mis en doute!

Nous trouverions des exemples analogues en rappelant l'admirable histoire scientifique, industrielle et commerciale des bougies stéariques, qui remplacent avantageusement les anciennes bougies de cire, et promettent de supplanter, même avec économie, le défectueux éclairage au suif.

En montrant la fabrication, péniblement découverte et lentement perfectionnée, de l'outremer artificiel, de l'une des plus belles, des plus brillantes, et des plus solides couleurs parmi celles qui enrichissent la palette de nos peintres, abaissant les prix de trois mille francs le kilogramme à trois francs; introduisant enfin, depuis quelques années, ce magnifique produit dans toutes les peintures de décor, appliquées à l'embellissement des objets usuels les plus communs.

En signalant la fabrication de la dextrine, née également au milieu des difficiles recherches du laboratoire, se développant aussi en France, se propageant en Allemagne, en Russie, en Angleterre, s'appliquant avec économie à de grandes opérations manufacturières qui utilisent plusieurs millions de kilogrammes de la fécule tirée des

pommes de terre. Applications que la gomme du Sénégal, bornée maintenant à une partie de ses anciens usages, ne saurait lui disputer aujourd'hui.

On pourrait citer bien d'autres exemples de nature à conseiller une extrême réserve dans la critique des expériences qui en sont encore à leurs premiers pas; mais nous nous contenterons, pour revenir plus près de notre sujet, de rappeler les importants et utiles résultats des recherches expérimentales relatives à la découverte et aux perfectionnements des procédés de chaulage des grains, à l'invention d'un moyen de préserver les vignes des attaques de la pyrale.

Parmi les procédés essayés depuis deux ou trois ans pour combattre la maladie spéciale de la vigne, on peut assurer que ceux qui ont eu pour but et pour résultat de s'en prendre au champignon parasite, d'arrêter ou de suspendre ses attaques, se sont montrés les plus efficaces jusqu'à ce jour.

Il sont tous basés sur l'emploi du soufre ou de l'une de ses combinaisons, sulfure de calcium ou sulfhydrate de chaux, à l'aide de différentes manipulations.

L'origine de l'application du soufre, divisé ou à l'état de *fleurs de soufre*, remonte à l'année 1846. Ce fut, dit-on, un jardinier anglais, nommé Kyle, qui en eut la première pensée. Cependant ce procédé eut peu de retentissement en Angleterre,

où les essais en furent très-limités, sans doute par suite des difficultés qu'on rencontra dans son usage.

Il en fut autrement chez nous dès qu'un de nos habiles horticulteurs, M. Gontier, de Montrouge près de Paris, eut inventé un ustensile fort simple et peu coûteux, à l'aide duquel on parvient, sans beaucoup de main-d'œuvre, à saupoudrer de soufre une assez grande surface.

La méthode fut ainsi beaucoup simplifiée; voici en quoi elle consiste:

D'abord, à l'aide d'une pompe ordinaire d'arrosage, par injection en pluie, on humecte le plus également possible les feuilles, les grappes et les ceps de la vigne.

Puis on lance, au moyen d'un soufflet, sur la douille duquel M. Gontier a interposé une petite boîte qu'on remplit de soufre en fleurs, une fine poussière qui se répand sous forme de brouillard et laisse presque aussitôt déposer les particules de soufre sur toutes les surfaces mouillées, où elles adhèrent naturellement.

Lorsque l'opération est soigneusement faite, le succès est certain, sauf à la renouveler si l'intervalle de temps trop long avant les approches de la maturité et l'état de sécheresse des grappes laissaient se détacher et disparaître la plus grande partie de la poudre de soufre.

Cet ingénieux procédé est évidemment applicable

aux raisins de serres et de treilles ; il a suffi, chez un assez grand nombre de primeuristes et de propriétaires de treilles, pour préserver de la destruction de beaux raisins de table atteints déjà par l'oïdium : on doit cependant y avoir recours le plus tôt possible après que les grains de raisin sont formés.

M. Lecreps, l'habile directeur. des cultures de M. Paturle, est parvenu à préserver des treilles très-étendues et même des vignes de pleine terre, en imprégnant les ceps et les sarments de lait de chaux et en saupoudrant de soufre les feuilles et les grappes préalablement humectées.

Le procédé Gontier n'a pas seulement réussi dans les serres et dans les cultures de M. Paturle ; plusieurs autres essais, entrepris sur des treilles et même dans des vignobles, ont eu de favorables résultats.

Nous citerons sur ce point un extrait des renseignements donnés à M. L. Leclerc par un cultivateur du Médoc. Le propriétaire d'un vaste et beau vignoble de cette contrée, entièrement ravagé par les attaques de l'oïdium, et à ce point que les sarments dépouillés de leurs feuilles montraient, le 15 novembre, de très-nombreuses taches brunes produites par le champignon, ne put essayer que sur quarante ares le moyen curatif dont nous parlons.

Les opérations successives de l'aspersion et de

l'insufflation de la poussière de soufre[1] furent faites avec soin par l'intelligent régisseur de ce domaine.

Les résultats favorables de cette expérience ont été constatés par plusieurs viticulteurs des environs. La presque totalité des pieds de vigne soumis au traitement avec le soufre offraient des rameaux sains, parvenus au terme de *maturité* convenable, et d'une coloration franche normale. En examinant de près le *bois* ramené à l'état sain, on retrouve encore sur l'épiderme la trace corrodée des macules d'oïdium, dont la teinte plombeuse a fait place à une nuance fauve légèrement jaunâtre, analogue à celle de l'éponge claire; quelques ceps, en infiniment petit nombre, apparaissent encore çà et là bruns et maladifs. Il paraît donc positif que, si cette vigne a été généralement atteinte, le soufre l'a bien réellement guérie.

On avait effectué d'ailleurs sans difficulté toute l'opération : d'abord aspersion d'eau à l'aide d'une pompe usuelle d'arrosage, portant un ajutage terminé par une pomme d'arrosoir, puis insufflation du soufre au moyen de l'ustensile de M. Gontier. Le nuage de fleurs de soufre produit au-dessus de chaque pied de vigne avait laissé déposer la pous-

1. Le soufflet muni de sa boîte et disposé pour cette insufflation suivant les indications de M. Gontier, se trouve à Paris chez M. Arnheiter, habile fabricant d'ustensiles horticoles, place Saint-Germain des Prés.

sière sur toutes les surfaces préalablement mouillées, où elle avait adhéré. Le raisin déjà attaqué au point d'être fendu ou flétri n'avait pu s'améliorer; mais toutes les grappes intactes ou récemment envahies avaient pu continuer leurs progrès et arriver à bonne maturité. En admettant que la durée moyenne de la journée de travail soit de neuf heures et le prix moyen de 1 franc 50 centimes, que l'hectare porte huit mille quatre cents pieds de vigne, et qu'il faille deux kilogrammes de soufre pour 100 pieds, le prix du soufrage se serait élevé à 140 francs l'hectare; ce n'est pas encore trop cher pour sauver une récolte dans un bon cru, surtout avec l'espérance de diminuer ultérieurement la gravité du mal en entravant les progrès de la végétation parasite.

Une autre application du procédé Gontier a été faite dans un vignoble de 45 à 50 ares, sis à Bordeaux, appartenant à M. le comte Duchâtel.

D'après cet essai, 1 hectare, contenant 30 000 ceps, exigerait pour 1 jour le travail d'un homme muni d'une pompe d'arrosage et de 4 hommes saupoudrant la fleur de soufre chacun avec un soufflet Gontier.

Il aurait fallu 2000 litres d'eau amenés de 4 kilomètres, en 4 voyages, par 1 cheval que 1 homme conduisait.

On a employé, relativement à la même superfi-

cie, 30 kilogrammes de soufre. On peut sur ces bases établir le compte suivant :

5 hommes.	10 fr.
1 homme et 1 cheval.	6
Soufre, 30 kil. à 50 fr. 100 kil.	15
Total.	31 fr.

Ce n'est guère plus de la dixième partie des frais de tout genre que coûtent les travaux annuels sur un hectare, et qui s'élèvent de 250 à 300 fr. Cette faible addition se trouva largement compensée; car, sans elle, il n'y avait pas de récolte possible dans le vignoble qui a été, grâce à elle, complètement préservé.

M. Bergman, jardinier en chef, a introduit dans le procédé du soufrage une modification qui le rend plus économique relativement aux serres à culture forcée de la vigne. Cette modification consiste à répandre la fleur de soufre sur les tubes horizontaux du calorifère à circulation d'eau chaude.

La température de 45° à 50° de ces tubes suffit pour volatiliser une petite quantité de soufre, accompagnée probablement d'une quantité moindre d'acide sulfureux. Ces faibles proportions de substances sulfurées, répandues dans l'air atmosphérique de la serre, se déposent sur toutes les surfaces des tiges, des rameaux, des feuilles et des fruits de la vigne et arrêtent le développement et les rava-

ges de l'oïdium. Du moins, des échantillons de chasselas, parfaitement préservés par cette méthode, ont été présentés à la Société impériale et centrale d'agriculture par M. Heuzé, qui avait vérifié ces faits intéressants chez MM. Truffaut à Versailles, Pescatore à Saint-Cloud, etc. Cette modification n'est applicable qu'aux serres chauffées.

On a fait le même reproche au procédé Gontier, qui, a-t-on dit, serait tout au plus susceptible d'être mis en pratique sur les treilles à raisins de table, ou dans les crus renommés qui donnent des vins d'élite et permettent de dépenser une certaine somme pour leur préservation.

Quant aux vignobles ordinaires d'une très-grande étendue, dont les ceps non échalassés poussent des pampres de quatre, cinq et six mètres de longueur, offrant d'immenses surfaces de sarments, de feuilles et de grappes, la main-d'œuvre et les soins nécessaires pour saupoudrer complétement de pareilles vignes seraient, dit-on, beaucoup trop dispendieux, la consommation du soufre serait énorme, et le prix de cette substance s'élèverait bientôt.

Deux réponses générales se présentent relativement à ces objections. D'abord, en supposant l'emploi du soufre en poudre limité aux serres chauffées et aux treilles à raisins de luxe, si par ce moyen on parvient à sauver le produit économiquement, comme tout porte à le croire, on aura

en même temps entravé la reproduction de l'oïdium et surtout de ses spores, et peut-être tari bientôt dans sa source reconnue la principale cause de la maladie qui sévit sur les vignobles ; or, quelques saisons rigoureuses venant en aide, on pourrait espérer de ce concours probable de circonstances la cessation ou l'amoindrissement très-notable du fléau.

Il y a d'ailleurs une autre réponse à faire, qui ressort évidemment de l'emploi plus praticable en grand des solutions de sulfure de calcium, et même des essais tentés plus récemment encore, en employant une matière pulvérulente, presque sans valeur autre que les frais de transport.

Avant de décrire ces deux modifications nouvelles, nous tenions à dire que rien n'autorisait à désespérer de la possibilité de rendre ces moyens réellement pratiques[1].

Le procédé au sulfure de calcium ou sulfhydrate de chaux est dû à M. Grison, jardinier à Versailles.

Il consiste dans l'emploi en aspersions d'une solution préparée ainsi : on mélange deux cents grammes de fleurs de soufre avec un égal volume de chaux que l'on vient d'éteindre.

1. Un inconvénient réel qu'il faut chercher à éviter résulte d'une pluie abondante survenant aussitôt après l'opération dans les vignobles : les surfaces saupoudrées de soufre sont privées par là de l'agent utile trop tôt pour être prémunies contre la maladie.

On délaye cette bouillie épaisse avec trois litres d'eau, et l'on fait bouillir le tout pendant dix minutes dans une marmite de fonte, en prenant le soin de remuer avec un bâton pour empêcher que le dépôt ne s'attache au fond; on laisse reposer pendant quelques heures, puis on soutire à clair cette solution, qui se conserve plusieurs mois en flacons fermés.

Dès qu'on veut s'en servir, on en verse un litre dans cent litres d'eau simple, on agite pour bien mélanger les liquides, puis on procède à l'aspersion avec une pompe à arrosage. Cent litres de la solution ainsi mélangée d'eau suffisent pour mouiller cent cinquante mètres superficiels d'espaliers.

On répète l'opération une ou deux fois avant la floraison, et une fois encore dès que la fleur est formée et que le raisin est noué.

On n'arroserait une fois de plus que si, par une observation attentive, on découvrait de nouvelles traces de l'apparition de l'oïdium, qu'il est toujours plus facile de détruire à sa naissance.

L'emploi du sulfure de calcium (sulfhydrate de chaux) pour combattre la maladie, paraît moins dispendieux que le soufrage à la fleur de soufre : on en pourra juger d'après le compte de revient de la grande expérience entreprise par M. Turrel sur un vignoble de 10 hectares.

La présence de l'oïdium était constatée dès les premiers jours de juin 1852 dans les vignobles de l'arrondissement de Toulon. M. Turrel, ayant reconnu le champignon parasite (voy. *les Caractères distinctifs*, p. 133) sur ses vignes le 3 juillet suivant, se décida immédiatement à essayer d'arrêter ses progrès par des aspersions de sulfhydrate de chaux : l'opération commença le soir du 5 juillet et se poursuivit presque sans interruption. Bientôt, à l'aspect terne des feuilles, à la couleur plombée des grappes envahies, succédèrent de belles teintes vertes, plus ou moins vives et plus ou moins pures. Cependant la température s'était, durant les journées de juin et juillet, élevée jusqu'à trente-trois degrés à l'ombre, et le temps était calme.

Voici comment l'opération fut faite

Deux hommes, à l'aide de deux perches, transportaient entre les rangées de vigne une tinette à vendanger (appelée *comporte* dans le midi), et contenant 25 litres de la solution du sulfhydrate de chaux; ils y puisaient 5 litres avec un seau, et trempaient dans ce liquide un balai de cyprès, afin de mouiller par aspersion les feuilles et les grappes, frottant même celles-ci avec le balai mouillé, en soulevant d'abord les sarments couchés sur le sol.

Les deux ouvriers ont pu traiter ainsi en douze

heures 3000 ceps contenus sur 1 hectare. La journée de sept heures étant payée 1 franc 75 centimes, chaque hectare coûta 6 francs de main-d'œuvre, auxquels il faut ajouter 30 centimes pour 300 grammes de fleurs de soufre et 3 centimes pour 300 grammes de chaux employés à préparer la solution de sulfure distribuée sur cette surface, enfin 7 centimes de combustible et 10 centimes de balais; la dépense totale fut donc de 6 francs 50 centimes par hectare.

Cette dépense minime, en comparaison de la valeur du raisin, ne saurait être un obstacle à l'emploi d'un procédé capable de sauver la récolte, ne fût-ce que partiellement, et lors même qu'il faudrait répéter une seconde fois l'opération.

M. Turrel, dans cette espérance, a traité de cette manière, auprès de Toulon, 10 hectares pour lesquels il a dépensé environ 65 francs. Toutefois l'habile viticulteur, en rendant compte de cette large expérience, exprimait à la Société centrale d'agriculture la crainte que les vignes environnantes non traitées ne devinssent des foyers d'infection ultérieure, car elles pouvaient laisser enlever par les vents et répandre de nouveau sur son vignoble les nuées de spores de l'oïdium dont la fructification avait dû continuer. Ces appréhensions ont été en partie justifiées. Serait-ce une raison pour désespérer et s'arrêter en si bon chemin?

Non, sans doute, et lors même que l'administration supérieure ne croirait pas devoir un jour prescrire généralement l'emploi des procédés préservatifs reconnus efficaces, comme le demande M. Turrel, et comme on le fait à l'égard de l'échenillage, il resterait, en tous cas, d'autres voies à tenter : ne pourrait-on, par exemple, essayer d'ajouter au mouillage par le sulfure de calcium, que nous venons de décrire, la dissémination à la main d'une poussière qui, avec l'eau simple, a déjà donné de bons résultats, et qui semble, comme le soufre pulvérulent, mieux persister dans son action que les liquides seuls? La poussière dont nous parlons coûterait à peine 10 centimes le kilogramme; on l'obtiendrait en faisant sécher, pulvériser et tamiser les marcs de soude brute, résidus sans valeur qui encombrent les cours et les terrains aux environs des fabriques de sels de soude et de savons[1] : L'ayant obtenue à si bas prix, on pourrait la répandre en proportion bien plus grande que la fleur de soufre, et la dissémination pourrait être faite en jetant la poudre au vent, à l'aide d'une pelle à main; l'opération serait sans doute réalisée ainsi très-économiquement.

Ce ne serait d'ailleurs qu'en travaillant avec zèle et persévérance à ces essais qu'on pourrait espérer

[1] 1. On trouve d'énormes amas de ces résidus sans valeur près de Rouen, de Paris, de Dieuze, de Saint-Gobain, de Marseille, etc.

de parvenir à des procédés meilleurs ou plus économiques. On aurait plus de chances encore d'atteindre le but en faisant effectuer la main-d'œuvre à la tâche, et en intéressant les ouvriers au succès par une prime spéciale qu'on distribuerait éventuellement au moment de la récolte. Il serait à désirer qu'en outre les associations et les comices agricoles voulussent bien ouvrir des concours qui offriraient un stimulant toujours puissant chez nous, en décernant des récompenses honorifiques aux plus habiles dans chaque localité.

X.

Influence de la maladie sur la production du raisin et sur la qualité du vin.

Déjà en France et à l'étranger l'influence de la maladie a été désastreuse dans certains vignobles, et parfois toute une intéressante population ouvrière a vu manquer subitement le travail qui lui procurait, depuis des temps reculés, ses seules ressources. Les pertes éprouvées en France sont assez considérables pour répandre de sérieuses inquiétudes parmi les contrées viticoles épargnées ou faiblement atteintes jusqu'à ce jour.

Une partie des ouvriers vignerons de Tomery, abandonnant leurs champs désolés, ont dû chercher les moyens de subsister en sollicitant des tra-

vaux de terrassement ou d'autres ouvrages ordinairement réservés aux hommes de peine ou sans profession.

Un propriétaire horticulteur près de Toulouse, qui expédiait chaque année du raisin de table pour une valeur moyenne de 10 000 francs, a perdu presque toute sa récolte l'an dernier.

Dans les Pyrénées-Orientales, dans l'Aude, l'Hérault et le Gard, la récolte a été fortement endommagée, et presque anéantie sur une grande partie des vignes rapprochées des lacs et de la mer. A Lunel, à Frontignan, des centaines de travailleurs abandonnant leurs vignobles frappés d'impuissance, sont allés chercher au loin des occupations pour remplacer, bien incomplétement, il est vrai, le produit de l'industrie qui leur avait été léguée par d'anciennes générations.

La maladie, grave déjà en 1851 dans l'Isère, a fait des progrès alarmants en 1852. Quelques vignobles seulement ont beaucoup souffert dans le Lyonnais et le Beaujolais. Les vignes de la Côte-d'Or sont généralement restées intactes jusqu'ici; mais plusieurs treilles ont été gravement atteintes[1], c'est un fâcheux pronostic. On devrait profiter du moins de cet avertissement pour se préparer à

1. Sur les murailles internes et externes du beau bâtiment de service au Clos-Vougeot, toutes les treilles ont été fortement atteintes et endommagées l'année dernière.

combattre le fléau l'année prochaine, car cela serait plus facile au moment de la première invasion, toujours plus faible que la deuxième, d'après les observations recueillies jusqu'à ce jour et qui nous ont été transmises.

Tous les cépages n'ont pas été, dans des circonstances égales, atteintes au même degré : c'est encore là un enseignement dont il faut tenir compte dans le choix des variétés de remplacement pour les treilles, comme pour les vignes en plein air.

Le raisin frankenthal (grosse variété, Frolhinger, etc.), suivant l'observation communiquée par M. Gontier, habile horticulteur de Mont rouge, à la Société d'horticulture de Paris et centrale de France, s'est généralement trouvé envahi le premier, et a été plus fortement atteint que les autres. Le même fait s'est reproduit plusieurs fois en diverses contrées d'après les communications ultérieures de M. Leclerc et de M. Bouchardat à la Société impériale et centrale d'agriculture. Dès l'origine du mal, en 1845, le frankenthal avait été la première victime du mal, au dire de M. Tucker.

Les deux vignes américaines la catawba et l'isabelle ont, au contraire, résisté jusqu'ici aux attaques du champignon, bien qu'elles en aient reçu dernièrement des atteintes légères, ainsi que l'ont constaté plusieurs cultivateurs, notamment M. Pépin, membre de la Société impériale d'agriculture.

Qualité du raisin. — Les grappes plus ou moins atteintes présentent-elles dans l'alimentation des dangers pour la santé des hommes? l'expérience prouve que l'on n'a rien à craindre sur ce point. On le comprendra facilement, puisque, d'une part, les grains fortement envahis, crevassés et arrêtés dans leur développement, ne sont pas mangeables, soit par leur défaut de maturité, soit par suite de la saveur désagréable, aigre ou putride, que les diverses altérations successives ont occasionnée; et que, d'un autre côté, lorsque les raisins ont été légèrement attaqués ou guéris dès les premières atteintes et parvenus à leur maturité, en conservant à peine des traces du parasite, ils ont été généralement consommés sans inconvénient.

Qualité du vin. — La même distinction doit être établie relativement aux fruits destinés à la vinification et relativement aux raisins de table. La plupart de ceux qui avaient été fortement attaqués n'ont pu produire que des vins détestables, à moins d'un triage difficile et souvent trop dispendieux. Quant aux produits faiblement attaqués ou guéris, et qui ont pu éprouver une maturation complète, ils ne devaient pas altérer la qualité du vin. En tous cas, ni les uns ni les autres n'ont donné lieu à des indispositions quelconques.

XI.

Avenir probable de nos vignes et résumé des précautions à prendre contre la maladie.

Bien qu'aucun fait traditionnel n'ait pu établir positivement l'existence d'une affection semblable dans les temps anciens ou antérieurs à l'année 1845[1], on ne peut guère supposer que l'une des causes principales de l'épidémie répandue sur les vignes, la plante parasite, soit de création récente; tout doit, au contraire, nous porter à penser que, dès longtemps préexistante, cette cryptogame n'a dû son développement extraordinaire, et surtout son immense multiplication, qu'à des conditions météoriques extraordinaires elles-mêmes.

Ainsi, très-probablement, la circonstance fâcheuse cependant de l'extension des cultures forcées de la vigne dans les serres n'aurait pas suffi

1. Le passage suivant de Pline semble bien toutefois désigner le mal actuel et la coïncidence de la présence de l'oïdium; il se rapporte du moins à une maladie développée sous l'influence d'une température chaude, humide, et occasionnée par des filaments formant une sorte de voile (sans doute un mycelium) qui enveloppent le fruit et le consomment : « Nascitur hoc malum tepore humido « et lento fit et aliud vitium ex eodem, si sol acrior insecutus inus- « sit ipsum vitium ideoque mutavit.

« Est etiamnum peculiare olivis et vitibus (araneum vocant), « quum veluti telæ involvunt fructum et absumunt. »

(Pline, livre XVII, chap. XXXVII, § 11.)

pour déterminer l'envahissement des vignobles sur de vastes étendues, si une humidité presque générale, une température douce qui persiste depuis 1845, et l'absence des froids ou de la sécheresse pendant les hivers, durant cette longue période, n'eussent prédisposé la végétation des vignobles à recevoir les atteintes du mal en même temps que les chaleurs humides estivales, prédominantes en beaucoup de contrées, favorisèrent extraordinairement la reproduction des spores infectantes.

On doit donc espérer que, les saisons reprenant leur cours ou plutôt leurs conditions climatériques habituelles, le développement de la végétation parasite se ralentira. Cependant attendre les bras croisés ne serait ni prudent ni sage; car les faits nombreux que nous avons rapportés, en signalant les circonstances évidemment favorables aux progrès rapides du mal, nous ont en même temps indiqué la conduite à tenir pour opposer au fléau des conditions contraires: plusieurs des mesures les plus urgentes qui conduiraient à ce résultat sont à la disposition des propriétaires de vignobles et des horticulteurs.

Nous croyons devoir les rappeler à leur souvenir en les résumant ici :

1° Surveiller attentivement les cultures dans les serres à production forcée du raisin, et au moin-

dre indice d'apparition de l'oïdium, soit avant, soit après la floraison de la vigne, employer un des trois procédés que nous avons indiqués (pages 164 à 179), et qui ont généralement réussi à préserver cette récolte hâtive.

2° Si l'on ne voulait s'astreindre à ces soins, faciles cependant, il conviendrait de remplacer la culture forcée de la vigne par toute autre culture durant quelques années. On ferait du moins une chose honorable et utile dans l'intérêt général, puisque l'on tarirait ainsi l'une des sources abondantes de la déplorable fructification de l'oïdium.

3° Se disposer à prendre des mesures analogues (et décrites pages 167 à 179), pour préserver ou guérir les vignes en treilles au moment de la première apparition du mal.

4° Dans le cas où la perte presque totale éprouvée l'année dernière, coïncidant avec un dépérissement des vignes par suite de leur ancienne plantation, ferait hésiter à replanter des treilles pareilles, il vaudrait mieux, dans les mêmes vues, se décider à y substituer d'autres cultures en espaliers, afin de laisser à la fatale influence le temps de disparaître.

5° Dans les vignobles bas, humides, où la récolte a été fortement compromise et les ceps plus ou moins endommagés, on pourrait, surtout si la qualité inférieure du vin ne permettait pas l'emploi des

pour déterminer l'envahissement des vignob[les]
sur de vastes étendues, si une humidité presq[ue]
générale, une température douce qui persi[ste]
depuis 1845, et l'absence des froids ou de la [sé-]
cheresse pendant les hivers, durant cette long[ue]
période, n'eussent prédisposé la végétation [des]
vignobles à recevoir les atteintes du mal en mê[me]
temps que les chaleurs humides estivales, pré[do-]
minantes en beaucoup de contrées, favorisen[t]
extraordinairement la reproduction des spore[s in-]
fectantes.

On doit donc espérer que, les saisons rep[renant]
leur cours ou plutôt leurs conditions [...]
ques habituelles, le développement de la [...]
parasite se ralentira. Cependant atten[dre ...]
croisés ne serait ni prudent ni sage; [...]
nombreux que nous avons rapp[...]
les circonstances évidemment [...]
grès rapides du mal, nous [...]
indiqué la conduite à tenir [...]
des conditions contraires; [...]
les plus urgentes qui [...]
sont à la disposition [...]
et des horticulteurs[...]

Nous [...]

dre indice [illegible] entravant, pour leur soit après [illegible] intérêt bien entendu, des trois [illegible] fléau, ils auront gés 164 à 170 [illegible] honneur d'avoir fait préserver [illegible] concourir à l'affran- [illegible] ainsi qu'on pourra faciles [illegible] à nos précieux vi- culture [illegible] année, pour la durant [illegible] les échanges interna- chose [illegible] de cinq cents mil- puisque [illegible] placés au premier dantes de la [illegible] monde.

3° Se [illegible]

[illegible]

moyens préservatifs ou curatifs substituer autant que possible à la vigne, durant plusieurs années, une culture moins chanceuse. On trouverait ainsi du moins l'avantage d'avoir, comme on dit, fait la part du feu et d'éviter peut-être de se voir forcé, par un désastre plus grand que ceux de 1852, à prendre l'année suivante le parti qu'on aurait ajourné.

6° Quant aux bons crus, peu ou point envahis jusqu'à ce jour, et donnant, en temps ordinaires, des vins assez estimés pour que la valeur, même d'une partie de la récolte, pût indemniser largement des dépenses spéciales, il faudrait employer, avec tous les soins convenables et surtout dès l'origine de l'invasion, les procédés qui ont eu le plus de succès dans les vignes en plein air (p. 167 à 179). Dans tous les cas, il conviendrait d'avoir recours à tous les moyens qu'enseignent les bonnes pratiques agricoles, afin de rendre aux terres les éléments de leur fertilité, et de les assainir en donnant une issue aux eaux et un facile accès à l'air atmosphérique, en réalisant, en un mot, les conditions favorables pour soutenir ou développer la vigueur primitive des cépages.

Nous devons espérer que tous les cultivateurs éclairés se disposeront à prendre, dans la saison prochaine, ces précautions utiles, et d'autres encore que pourra suggérer à chacun son expérience personnelle; ils seront dirigés dans cette voie par

la pensée encourageante qu'en entravant, pour leur propre compte et dans leur intérêt bien entendu, la marche et les progrès du fléau, ils auront acquis, en même temps, l'honneur d'avoir fait d'énergiques efforts pour concourir à l'affranchissement général. C'est ainsi qu'on pourra rendre leur fécondité primitive à nos précieux vignobles, qui fournissent chaque année, pour la consommation intérieure et les échanges internationaux, une valeur moyenne de cinq cents millions de ces vins de France, placés au premier rang dans toutes les parties du monde.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

MALADIE DE LA POMME DE TERRE.

Fig. 1. Tranche de pomme de terre affectée de la maladie spéciale (*botrytis*) vue sous un faible grossissement du microscope et montrant les tissus envahis par la substance granuleuse rousse : *a* épiderme formé de plusieurs couches de cellules aplaties ; *b* couche de cellules du tissu herbacé ; *cc* tissu dont une partie des méats et des cellules sont envahis par une substance organique rousse *dd* ... ayant dissous la fécule dans toute une zone autour d'elle ; *ff* tissu non encore atteint et conservant sa fécule intacte.

Fig. 2. Tranche d'une pomme de terre saine vue sous le même grossissement : *a* épiderme ; *b* tissu herbacé ; *c* tissu cellulaire contenant la fécule normale.

Fig. 3. Tranche de pomme de terre malade vue sous un plus faible grossissement et injectée d'une solution aqueuse d'iode montrant de *c* en *c'* les portions où la fécule n'a pas encore été atteinte, et de *c* en *b* la partie sous l'épiderme *aa* où la substance rousse parasite a détruit autour d'elle la fécule.

Fig. 4. Tranche (tiers de grandeur linéaire naturelle) montrant la coupe d'une pomme de terre jaune longue envahie par la matière granuleuse rousse pénétrant de l'extérieur en *bb* sous forme de petites masses cylindroïdes autour desquelles la fécule est dissoute dans les cellules contiguës.

Fig. 5. Pomme de terre allongée, jaune, coupée en deux, qui montre la substance organique rousse ayant envahi d'abord toute la zone corticale, la plus riche en fécule, puis pénétrant dans la partie médullaire du tuberçule.

Fig. 6. Pomme de terre jaune ronde coupée, dans laquelle la matière rousse a pénétré en attaquant la zone corticale et la partie médullaire.

Fig. 7. Pied de pomme de terre d'une variété dite *coureuse* : des deux tubercules développés à la suite l'un de l'autre sur la même tige caulinaire, le premier A, plus rapproché de la tige, a reçu de

celle-ci les émanations de l'organisme parasite (*botrytis*) qui se dirigent vers le second tubercule B encore intact.

Fig. 8. Grain de fécule à l'état normal.

ig. 9 et 10. Grains attaqués et partiellement dissous par le parasite.

ig. 11. Substance azotée qui tapissait les parois intérieures d'une cellule. Cette substance, teinte en jaune par l'iode, est contractée par suite de la dissolution graduelle des grains de fécule qui la remplissaient, et dont les débris se voient teints en bleu indigo par la même solution aqueuse d'iode.

Fig. 12. Pomme de terre jaune ronde, si rapidement envahie sous l'influence du climat chaud et humide d'une vallée d'Algérie, que l'organisme parasite a désagrégé simultanément la fécule et le tissu, ménageant seulement l'épiderme, toujours plus résistant, et s'avançant dans la masse du tubercule restée saine au delà de sa sphère d'activité.

Fig. 13. Tranche du même tubercule imprégnée d'iode : la zone parallèle à la matière organique rousse se montre privée de la plus grande partie de la fécule, puisqu'elle reste presque blanche en présence de l'iode, tandis qu'au delà la teinte bleu foncé signale la présence et les fortes proportions de la fécule encore intacte dans le reste du tissu.

Fig. 14. Pomme de terre ronde ordinaire (patraque jaune) envahie sur un grand nombre de points de sa surface par un champignon parasite qui a soulevé et percé l'épiderme, puis s'est développé à l'intérieur en formant des ramifications blanchâtres.

Fig. 15. Fragment de la même pomme de terre vu à la loupe : A épiderme enlevé montrant le trou circulaire percé par le champignon ; B tissu sous-jacent dans lequel on aperçoit les ramifications blanchâtres formées par le mycélium du champignon.

Fig. 16. La même vue plus grossie.

Fig. 17. Coupe diamétrale du même tubercule, montrant la zone corticale grisâtre que le mycélium ramifié pénètre et traverse presque entièrement.

Fig. 18. Vue plus amplifiée d'une coupe parallèle à la superficie de la même pomme de terre, montrant le mycélium filamenteux blanchâtre avec les ramifications disposées également en tubes dont toutes les cavités correspondent avec la cavité centrale qui s'adapte au trou perforant l'épiderme.

Fig. 19. Coupe perpendiculaire à la superficie du tubercule plus grossie et montrant : *aa* les couches du tissu épidermique de la pomme de terre ; *b* le trou qui perfore l'épiderme soulevé en cet endroit par la masse fongueuse ; *ccc* ramifications tubulaires de cette

masse formées d'innombrables filaments. (On voit que toutes les cavités tubuleuses communiquant avec l'axe reçoivent l'air extérieur qui va soutenir l'activité végétative du champignon à l'intérieur du tubercule.)

Fig. 20. Vue de quelques filaments de la masse du mycélium tels qu'ils apparaissent sous le microscope à l'aide d'un grossissement égal à deux cents fois les dimensions linéaires naturelles.

Fig. 21. Les mêmes filaments ayant désagrégé une cellule, enveloppé et partiellement dissous les grains de fécule.

Fig. 22. Grains de fécule vus sous un grossissement de trois cents fois le diamètre, montrant les cavités sinueuses remplies d'un liquide jaune et creusées par l'influence du champignon parasite.

Fig. 23. Pomme de terre enveloppée d'un réseau formé par les filaments du *Rhizoctonia Medicaginis* et vue à la moitié du diamètre réel (un huitième du volume naturel).

PLANCHE II.

BOTRYTIS ET OÏDIUM.

Fig. 1. Section verticale (ou coupe perpendiculaire à la surface) très-grossie d'une feuille de pomme de terre attaquée par le *botrytis infestans*, Montg., afin de montrer en *a a* les filaments du système végétatif de cette mucédinée rampant entre les cellules du parenchyme ou dans les méats intercellulaires, et en *b b* les filaments fertiles sortant par l'ouverture des stomates.

Fig. 2. Une portion de la cuticule *c c* de la face inférieure de la feuille montrant le botrytis sortant par les stomates.

Fig. 3. Botrytis infestans complètement développé et dont les filaments, comme il arrive dans quelques cas, sont munis d'épatements à la base.

Fig. 4 et 5. Spores (*semences*) dans deux états différents et grossies environ trois cents fois.

Fig. 6. Une des cellules malades du tubercule dans laquelle on voit en *c* des grains de fécule peu abondants, et en *d* des granulations brunes qui l'encroûtent et la rendent opaque, de transparente qu'elle est dans l'état normal. Cette figure est vue au même grossissement que la précédente.

Fig. 7. Touffes formées par une mucédinée rouge (*Oidium aurantiacum*, Lév., *Penicillium sitophilum*, Montg.) telles qu'on les voit à l'œil nu dans les vacuoles des pains infectés.

Fig. 8. Une de ces touffes coupée perpendiculairement par le milieu et montrant une zone rouge composée d'innombrables spores développées à l'extrémité des filaments fertiles; ces derniers, irradiant d'un centre commun, sont d'un blanc jaunâtre et se dirigent vers la périphérie comme les rayons d'une sphère.

Fig. 9. Autres touffes dont la végétation a eu lieu à l'abri de la lumière, en sorte que la coloration rouge ne s'est pas produite. (Après une heure d'exposition à la lumière, la coloration commence à paraître, comme dans la figure 9′, fait ensuite des progrès très-rapides et arrive bientôt à l'état indiqué figure 8.)

Fig. 10. Filament fertile isolé et observé (à sec) sous un grossissement de cent cinquante diamètres, pour montrer sa ramification. On voit en 10′ les filaments stériles ou le mycélium cloisonné rampant sur la matrice et d'où s'élèvent les filaments sporigères.

Fig. 11. Extrémité jeune des filaments avec leurs articulations vue dans l'eau (à trois cents diamètres) et au moment où les sporules commencent à se former.

Fig. 12. Articles et spores du même champignon rouge disloqués par l'eau.

Fig. 13. Spore normale vue à un grossissement de 1000 diamètres.

13′. La même un peu contractée et teinte en jaune orangé par une solution aqueuse d'iode.

13″. Une autre spore traitée successivement sous le microscope par une solution de potasse étendue par l'eau, puis par une solution aqueuse alcoolisée d'iode, enfin par l'acide sulfurique graduellement plus concentré ; cet acide, désagrégeant les parties des enveloppes formées de cellulose non imprégnée de substance azotée, détermine la coloration bleue virant au violet, qui caractérise l'état de désagrégation amylacée intermédiaire entre la cellulose et la dextrine.

13‴. Spore dont les enveloppes ont été désagrégées complétement par la réaction de l'acide sulfurique, laissant voir quelques guttules d'huile et des granules de corps azotés non dissous.

Fig. 14. Portion de filament jeune dont une des enveloppes de cellulose est colorée en bleu par l'action combinée comme ci-dessus de l'iode et de l'acide sulfurique. Tout l'intérieur est rempli de substance azotée granuleuse, colorée en jaune par l'iode.

14′. Une partie du même filament privé par l'action des réactifs de son enveloppe externe, et laissant sortir quelques gouttelettes de la matière grasse qui était disséminée dans la matière azotée interne.

14''. Détritus de la désagrégation des articles et sporules montrant parfois la substance grasse oléiforme réunie en gouttes plus ou moins volumineuses.

Fig. 15. Extrémité des filaments fertiles plus développés, laissant voir quelques spores ou de jeunes articles. Cette figure très-grossie appartient à la variété à longs filaments. (Voyez le Mémoire.)

PLANCHE III.

MALADIES DES BETTERAVES.

A. Betterave blanche à collet rose, saine, enfonçant son pivot librement dans un terrain meuble aéré.

B. Betterave de la même variété attaquée dans sa partie supérieure par une maladie très-analogue à celle des pommes de terre; cette maladie, pénétrant par les feuilles et les pétioles, introduit dans la racine une matière organique rousse, qui suit les faisceaux vasculaires les plus extérieurs d'abord, et de haut en bas, lorsque la betterave a acquis presque tout son développement.

C. Tranche de la betterave saine A ou E; D, coupe transversale de la même racine.

D. Montrant les dispositions de la matière organique rousse qui envahit les tissus comme dans la pomme de terre, consomme le sucre, assimile les matières azotées, grasses, minérales, etc.

E. Betterave saine (blanche à collet rose) repiquée, privée de pivot, prenant sa nourriture par des racines latérales qui restent dans la couche de terre végétale aérée.

F. Betterave de la même variété, attaquée par la deuxième maladie : la partie inférieure est le siége de l'affection qui pénètre de bas en haut, commence par le pivot, s'élève autour de l'axe dans les faisceaux vasculaires, et arrête le développement de la betterave qui semble atrophiée, quoique sa partie supérieure, non atteinte encore, reste saine et développe de nouvelles feuilles. Les feuilles plus grandes sont marbrées de taches blanchâtres irrégulières.

G. Bout d'une radicelle à l'état normal vue sous grossissement de deux cents fois son diamètre, et provenant d'une betterave saine. Cette radicelle est munie de poils libres développés au-dessus de la spongiole.

H. Bout d'une radicelle de betterave malade : la spongiole *a* est en-

croûtée d'une matière membraniforme azotée, offrant des amas irréguliers de granules; de nombreux poils entourent cette spongiole, ils sont enchevêtrés par une substance membraniforme azotée semblable à celle qui encroûte la spongiole. Les parties supérieures de la radicelle, *b c*, se présentent encore à l'état normal.

I. Bout d'une radicelle plus fortement altérée que la précédente et appartenant à un pivot atteint de la maladie : la spongiole qui était à l'extrémité inférieure *d* de cette radicelle a été désagrégée ; la désagrégation de la radicelle elle-même commence, et ne permet plus l'accomplissement des fonctions importantes de cet organe.

K. Coupe longitudinale de l'un des vaisseaux rayés d'un pivot de betterave malade vu sous un grossissement de 300 diamètres. On remarque la matière rousse de consistance visqueuse pénétrant de l'extérieur du vaisseau à l'intérieur par les ouvertures elliptiques dont les parois sont percées.

K'. Coupe transversale du même vaisseau rayé.

L et L'. Coupes semblables pratiquées sur un vaisseau rayé d'une betterave saine afin de montrer les différences entre les deux états.

R et R'. Couche profonde du terrain où les pivots pénètrent jusqu'à 66 centimètres, jusqu'à 1 mètre et plus, lorsque la perméabilité et l'aération du sol le permettent. Dans ce cas, les bouts plus ou moins longs des pivots, comme la figure les montre, restent engagés dans le sol après chaque arrachage; mais sous l'influence de l'air et de l'humidité ils se désagrégent, fermentent, donnent des gaz et vapeurs nutritives pour les plantes (acide carbonique, eau, carbonate d'ammoniaque, etc.), laissant enfin la terre plus perméable encore par suite de la multitude de trous (sorte de canalicules) qu'ils ont formés.

PLANCHE IV.

CARIE DU BLÉ, MALADIE DES CHAUMES.

A. *Carie du blé.*

Fig. 1. Épi de blé carié, vu presque de grandeur naturelle.

Fig. 2. Ovaire carié grossi, portant sur le côté les étamines restées stériles.

Fig. 3. Autre ovaire coupé transversalement pour montrer la masse de l'entophyte parvenu à sa maturité.

Fig. 4. Autre coupe transversale où l'on voit cette même masse irrégulièrement fendillée ou crevassée.

Fig. 5. Petit fragment de la matière fructifère montrant des spores pédicellées et à différents degrés d'évolution.

Fig. 6 et 7. Jeunes spores dessinées à part.

Fig. 8-10. Spores un peu plus âgées, mais encore hyalines et lisses.

Fig. 11. Spores mûres et réticulées.

Fig. 12. Spore dont l'épispore ou enveloppe est brisé et laisse voir la cellule intérieure, contenant les matières du nucléus.

Fig. 13 et 14. Tégument ou épispore brisé et séparé de l'endospore ou nucléus.

Fig. 15. Deux spores dépouillées de l'épispore ou enveloppe extérieure.

Fig. 16. Gouttelette oléagineuse sortie d'une spore brisée.

B. *Maladie des chaumes.*

Fig. 17. Entre-nœud d'un chaume de blé malade et coupé longitudinalement pour montrer que sa cavité est occupée ou remplie çà et là en *a a a* d'une sorte de mycélium ou byssus laineux, composé de nombreux filaments feutrés ensemble. Cette figure est de grandeur naturelle.

Fig. 18. Montre toute l'épaisseur du chaume, depuis l'épiderme jusqu'aux cellules les plus intérieures de la moelle à un grossissement de 50 diamètres. On voit en *a* les filaments du mycélium, peu apparents à ce grossissement, et en *b* des trachées.

Fig. 19. Montre deux cellules du tuyau médullaire du chaume, dans ou entre lesquelles se voient les filaments du mycélium qui envahit et finit par remplir la cavité des entre-nœuds, à un grossissement de trois cent quatre-vingts fois.

Fig. 20. Les mêmes filaments isolés et vus au même grossissement.

Fig. 21. Deux filaments grossis près de huit cents fois, obscurément cloisonnés, et renfermant dans leur cavité des conidies ou sporules que l'on en voit sorties en *d*.

PLANCHE V.

MALADIE DE LA VIGNE.

Fig. 1. Portion d'un jeune sarment verdâtre présentant des taches brunes et quelques légères macules blanchâtres.

Fig. 2. Sarment plus avancé, dit *aoûté*, portant quelques taches de nuance orangée.

Fig. 3. Segment d'un grain de raisin grossi montrant les petites taches brunes produites sous le mycélium blanchâtre et visibles après l'enlèvement de celui-ci.

Fig. 4. Partie d'une grappe portant les premières traces de la maladie au commencement de l'invasion, dans les premiers jours de juillet.

Fig. 5. Fruits ou grains de raisin envahis : *a*, grain piqueté de taches brunes suivant des lignes divergentes sous le mycélium qui a été enlevé ; — *b*, *c*, grains fendus sous l'action de l'oïdium, l'un suivant une seule ligne, l'autre dans deux directions en croix ; — fig. 5 bis, grain dont la pellicule fendue en croix laisse sortir partiellement la pulpe et les pepins.

Fig. 6. Coupe d'une portion de grain de raisin vue sous le microscope, montrant à la superficie *a*, *a*, *a*, les petites protubérances brunes occasionnées par le mycélium dont on a débarrassé ce fruit ; — *b*, *b*, tissu cellulaire de la pulpe restée saine.

Fig. 7. *a*, *a*, *a*, tiges se développant sous l'influence de l'air humide et chaud en irradiations des portions desséchées de mycélium ; — *b*, *b*, *b*, et commençant à former ainsi un mycélium nouveau ; — *d*, *d*, spores commençant à germer.

Fig. 8. Petite grappe de raisin, arrêtée dans son développement par la maladie.

Fig. 9. Lambeau de pellicule épidermique d'un grain de la grappe précédente envahi par l'oïdium, vu sous le microscope le 10 octobre dernier (1852). — *a*, *a*, mycélium rampant à la superficie du fruit ; — *b*, *b*, tigellules au bout desquelles se développent les spores *c*, *c*, ou la fructification du champignon. — Sous l'influence de l'abaissement de la température, la végétation de l'oïdium s'est affaiblie et quelques tigellules se courbent.

Fig. 10. Portions de mycélium desséché (les études de ces objets indiqués dans les dix figures ci-dessus ont été faites par M. Gué-

rin-Méneville, à la demande de M. L. Leclerc); les figures suivantes : 11, 12, 13, sont extraites des observations et des dessins de M. le docteur Montagne, membre de l'Institut.

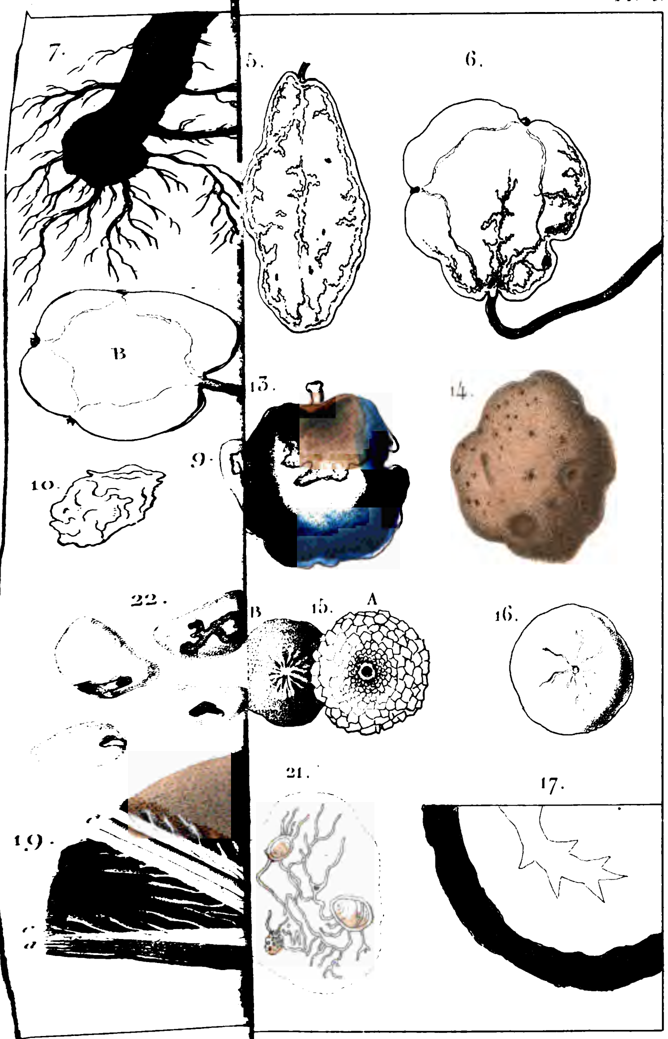
Fig. 11. *a*, *a*, tiges stériles du mycélium; — *b*, *b*, tiges fécondes ou tigelles cloisonnées; — *c*, *c*, spores ou semences. État de la végétation vigoureuse de l'oïdium.

Fig. 12. Trois spores parvenues à maturité en même temps et adhérentes encore l'une à l'autre dans leur chute.

Fig. 13. *a*, *a*, mycélium dans ses différents états; — *b*, *b*, tigelles; *c*, *c*, spores, les unes adhérentes, et d'autres détachées.

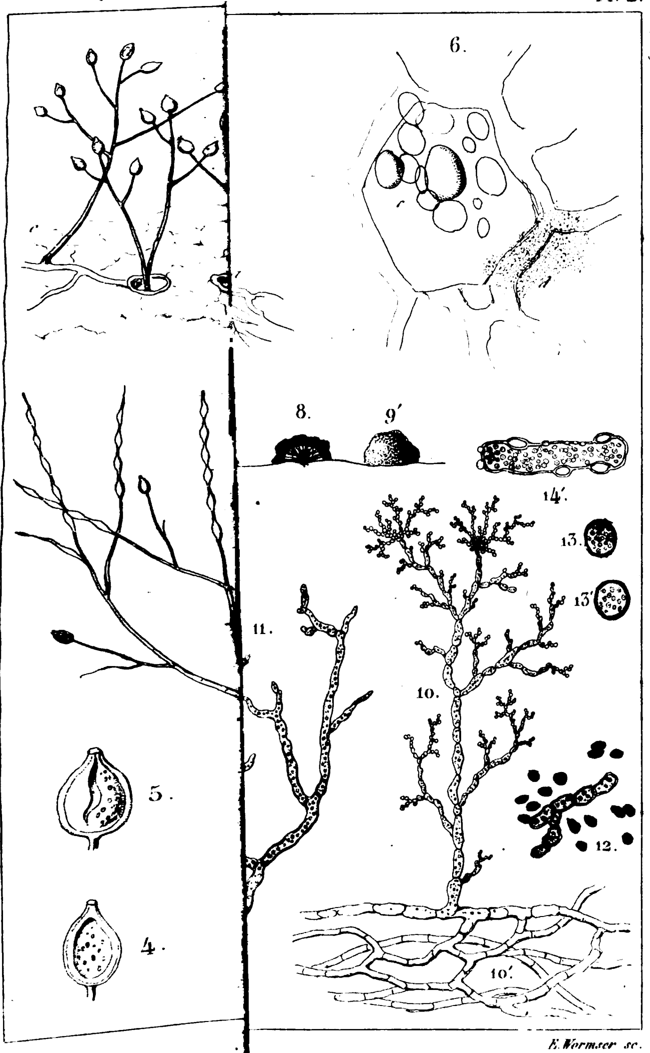
FIN.


7.
A
B
8
9.
10.
22.
19.
Pequen del.



Payen del.

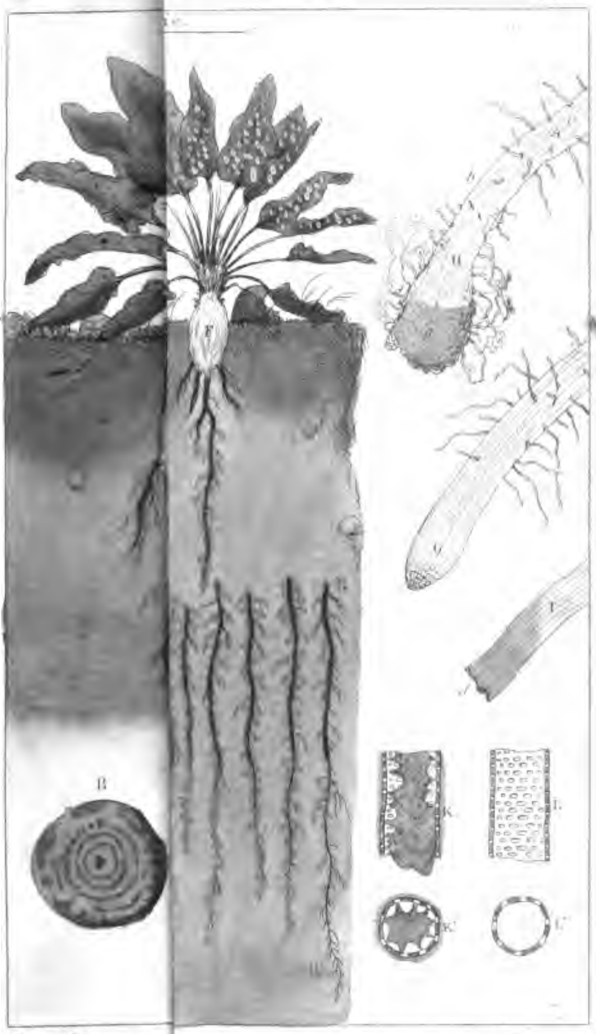
E. Wormser sc.



E. Wormser sc.

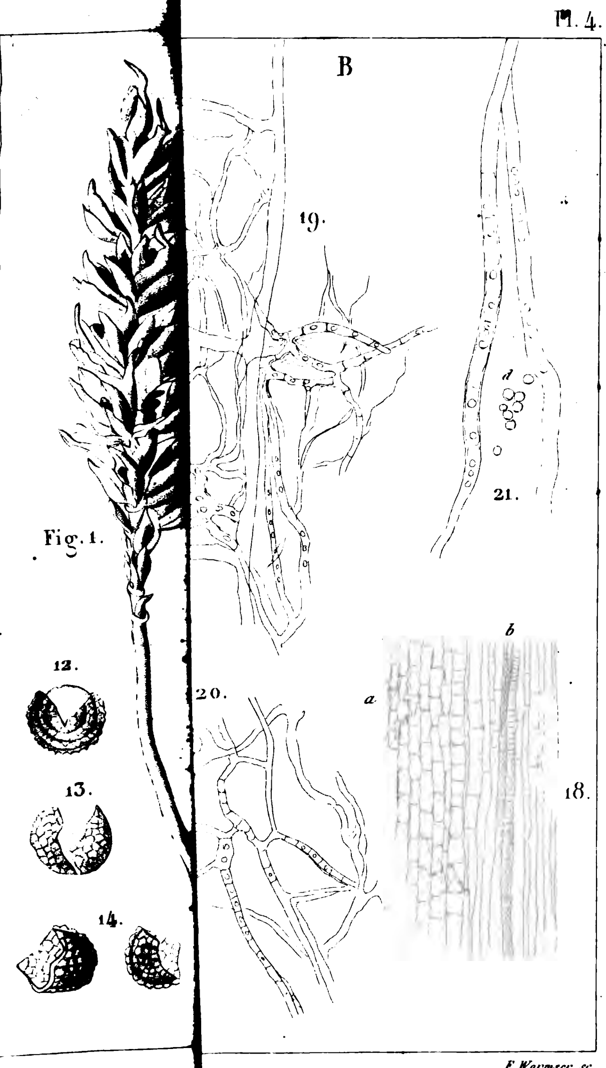
1 à 6. Botryti[...]n. Lev., Payen et Mirbel.

Pl. 3.



Payen del.

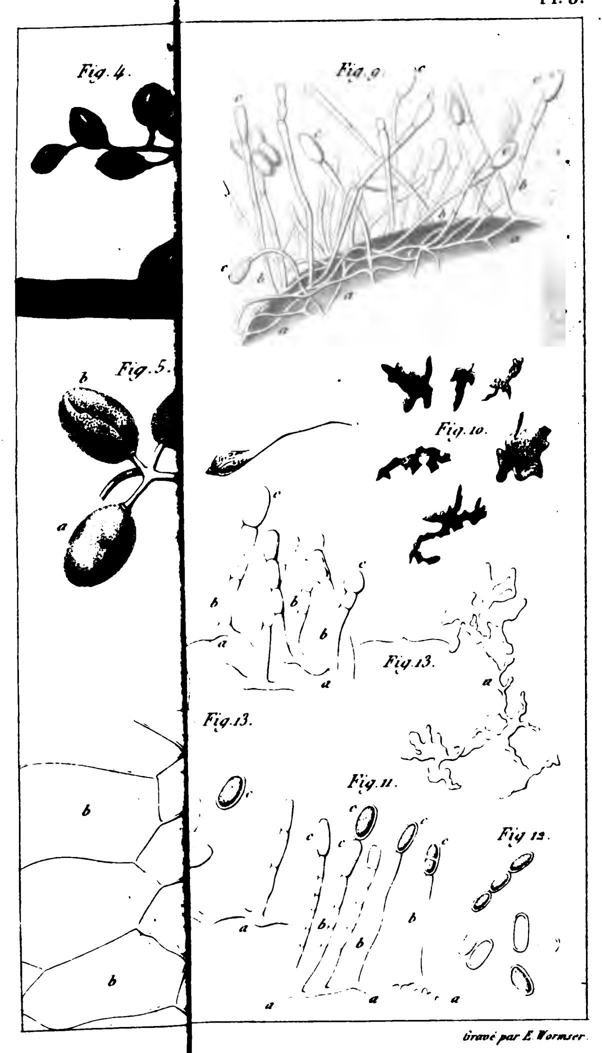
Pl. 4.



E. Wormser sc.

Maladie des Chaumes.

Pl. 5.



Gravé par E. Wormser.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE.

Imprimerie de Ch. Lahure (ancienne maison Crapelet)
rue de Vaugirard, 9, près de l'Odéon.



ique
Page
ce
ses



Imprimerie de Ch. Lahure (ancienne maison Crapelet)
rue de Vaugirard, 9, près de l'Odéon

